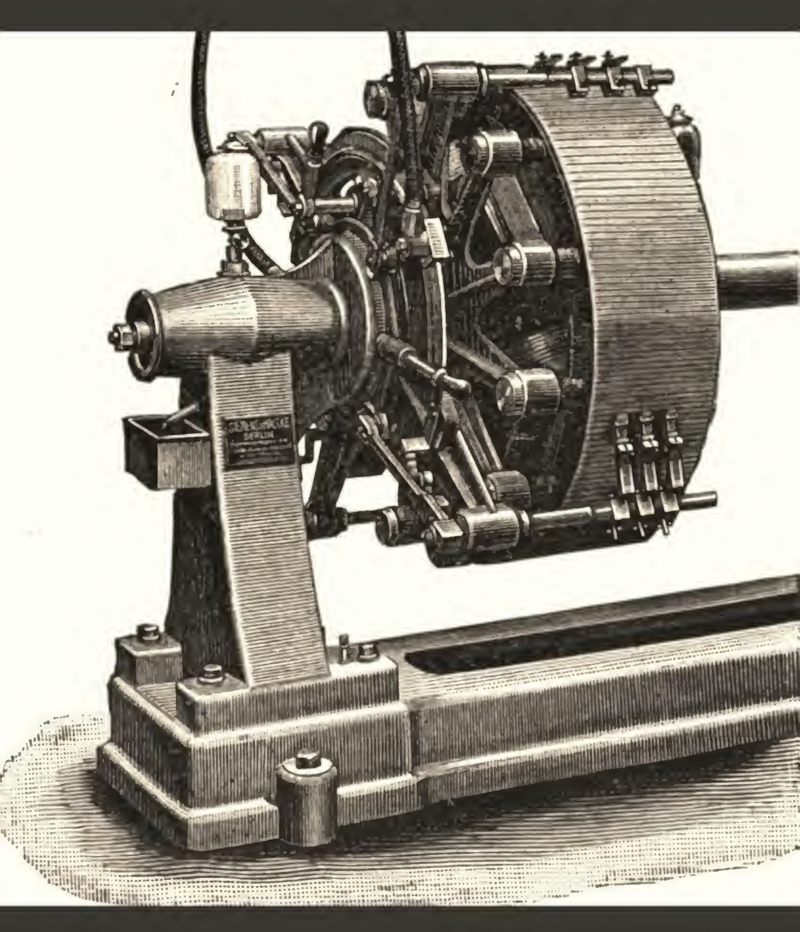
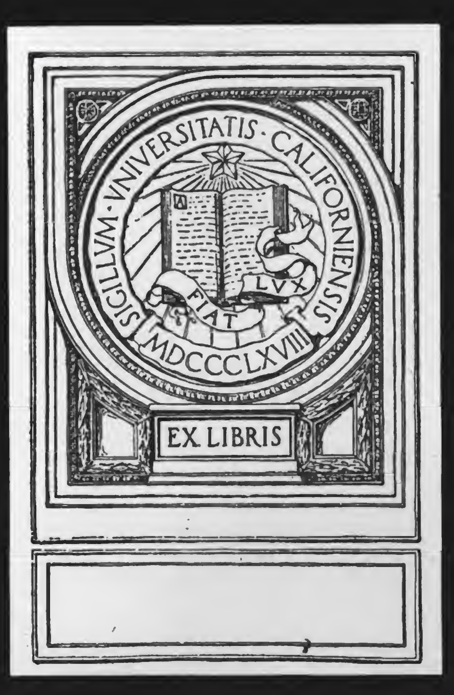
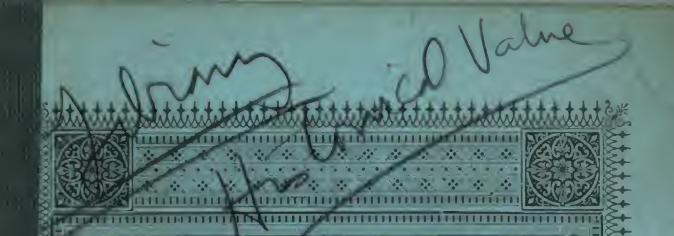


Elektrische ausstellung in Frankfurt a. M., 1891

C. Wüest, Konrad
Wüest, Städtische Schule (Aarau

Digitized by Google


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



Elektrische Ausstellung

in

Frankfurt a. M.

1891.

Bericht von C. Wüest.



Aarau 1892.

Buchdruckerei des Aargauer Tagblattes.

TK6
F6W8

Digitized by Google

Elektrische Ausstellung

in

Frankfurt a. M.

Bericht von C. Wüest.



Digitized by Google

Digitized by Google

Einleitung.

„Ceterum censeo —
„Das mit dem Volt-Ampère
„Ist — — so und so!

Das Komité der Frankfurter elektrischen Ausstellung hat wohl in richtiger Würdigung des Umstandes, dass das grosse Publikum von der Ausstellung nicht den erwarteten Nutzen ziehen könne, wenn es die ausgestellten Objekte blos ansehe, sie aber geistig nicht erfasse, die Anordnung getroffen, dass täglich zwei populäre Vorträge über elektrische Themata im Viktoriatheater (welches speziell für die Ausstellung erbaut worden ist) abgehalten wurden. Herr Prof. Egts in Frankfurt hatte die Vorträge übernommen, mit grossem Eifer durchgeführt und je nach Schluss eines Vortrages seine Zuhörer durch die Ausstellung geführt, um ihnen die besprochenen Objekte zu zeigen. — Wenn ich Herrn Egts an der Spitze seiner täglich erneuerten »Coda« den Ausstellungs-Objekten nachrennen sah und hörte, wie er sie mit Eifer und in streng technischer Weise belehrte, bekam ich bei der Beobachtung mehr wie einmal den Eindruck, dass diese elektrotechnische »Schnellpresse« wohl nicht lauter tadellose »Abzüge« liefere. Eines Nachmittags traf ich besagtes Egts-Auditorium um einen Wechselstrom-Gleichstromtransformator von Schukert aufgestellt und der Meister legte mit lebhaft begeisterter Stimme die dem Transformator zu Grunde liegende Idee, Arbeitsweise etc. dar und eilte behend vorweg einem andern Apparate zu. Um den Eindruck, den diese von mir mitangehörten Explikationen auf die Zuhörer gemacht hatten, zu erfahren, stellte ich mich auch in den

343499

Digitized by Google

Zug. Ein elegant und intelligent aussehender Herr in meiner nächsten Nähe äusserte sich alsbald zu seinem ihm offenbar bekannten Nachbarn wie folgt: »Wenn ich nur mal erfahren könnte, was diese verfluchten Volts und Ampères zu bedeuten haben!«

Ich wollte weiter nichts mehr hören und setzte meine Separatexkursion durch die Ausstellung fort. Heute, da ich mit dem Berichte über die Ausstellung beginne, plagt mich die schwere Sorge, wie ich es anstellen müsse, dass mein Bericht vor jenem Stossseufzer über die »verfluchten Volts und Ampères« bewahrt werden möchte. Sie einfach beiseite zu lassen, dürfte sehr probat sein, bloss würde meine Abhandlung ohne Benützung der elektrischen Masse etwa den Eindruck hervorrufen, den man von einem Kaufladen erhielte, in dem Meter, Liter, Kilogramm und ähnliche unumgängliche Masseinheiten unbekannte Dinge wären.

Ich halte daher für absolut geboten, der Besprechung meiner Beobachtungen an der Ausstellung einige Erörterungen über die modernen elektrischen Begriffe voranzustellen.

Die Elektrizität war noch vor 2 Decennien nicht viel mehr als der Gegenstand interessanter Spielereien — mit einziger Ausnahme des Telegraphen. Heute ist diese merkwürdige Energieform der Natur ein Handelsartikel geworden; es ist daher ganz natürlich, dass derselbe, wie jede andere Ware, der Messung unterworfen werden muss. Das Agens selbst (die Elektrizität) ist messbar nach Menge, Spannung und Intensität; der Träger und Leiter der Elektrizität giebt durch seine Kapazität und seinen Widerstand Anlass zu Messungen. Von vorherrschend praktischer Bedeutung sind indes bloss folgende *drei* elektrischen Dimensionen: 1. die Spannung; 2. die Stromstärke (Intensität) und 3. der Leitungswiderstand.

Digitized by Google

Denken wir uns die Elektrizität als einen leichtflüssigen *Stoff* (beispielsweise als Lichtäther). Dann fällt es ausserordentlich leicht, das Charakteristische der angeführten Dimensionen aufzufassen, da wir den Vergleich hydrostatischer und hydrodynamischer Prinzipien einerseits, mit elektrischen anderseits durchführen können. Wissenschaftlich ist es ohnehin nicht festgestellt, — selbst durch die Hertz'schen Versuche nicht — ob wir es bei der Elektrizität mit einem Stoffe oder mit einer an diesen Stoff gehefteten Bewegungsform zu thun haben; es ist also erlaubt, das eine für das andere zu setzen. Sonach können wir eine Elektrizitätsquelle (Batterie, Dynamomaschine etc.) nicht unzutreffend mit einer Pumpe vergleichen, die eine Flüssigkeit durch eine Röhrenleitung zu treiben hat. Bei einer Wasserleitung (zumal wenn von derselben das Wasser nicht seiner selbst, sondern seiner Triebkraft wegen gebraucht wird) kommt ausser der per Minute durch irgend einen Querschnitt der Leitung fliessende Wasser**masse** auch noch der **Druck,** den das zu verwendende Wasser hat, in Betracht, da eine und dieselbe ausfliessende Wassermenge um so kräftiger z. B. einen Wassermotor treiben wird, je stärker der in der Leitung vorhandene Druck ist. Die Wasser*menge* wird bekanntlich in der Weise *gemessen,* dass man aufsucht, wie oft die unbekannte Menge so gross ist, als eine allgemein angenommene bekannte Menge — der Liter; der Druck aber ist durch ein Hohlmass nicht messbar, seine Masseinheit muss selbst ein Druck sein. Um den Wasserdruck zu bestimmen, untersucht man, wie oft der unbekannte Druck so gross ist, als der allgemein bekannte Druck eines Kilogrammes auf seine Unterlage. Das Produkt — Wassermenge mal Druck — giebt die Grösse der Arbeit an, die mit der Wasserkraft geleistet werden kann.

Digitized by Google

In ganz ähnlicher Weise enthält ein durch eine Leitung getriebener elektrischer Strom zwei Qualitäten ganz verschiedener Natur:

1. *die Spannung* (entsprechend dem Wasserdruck);
2. *die Intensität* oder Stromstärke (entsprechend dem durchfliessenden Wasserquantum).

Zum Messen des Stromdruckes (Spannung) hat man in den Jahren 1881 und 1884 an zwei internationalen Elektrikerkongressen in Paris eine einheitliche Spannungsgrösse festgesetzt und sie mit dem Namen „*Volt*" belegt. Der Strom, der von einem gewöhnlichen Telegraphenelemente (Zinkkohlenelement in Kochsalz) in eine Leitung getrieben wird, hat ungefähr eine Spannung von 1 Volt; ein Bunsen'sches Element erzeugt mehr Stromdruck (weil in diesem Element anderes Pumpmaterial — Schwefel- und Salpetersäure — arbeitet) in der Leitung, circa 2 Volts. 100 Telephonelemente (Leclamché), deren Zink je mit der Braunstein-Kohle des nächsten Elementes verbunden ist, vermögen einen Strom in die Leitung zu treiben, der eine Spannung von 146 Volts hat.

Der Stromdruck (Spannung) d. h. die Anzahl Volts ist nun allerdings von Einfluss auf das *Stromquantum,* das pr. Sekunde durch einen Querschnitt des Leiters fliesst und den Namen *Stromstärke* oder *Intensität* trägt. Es wird im Allgemeinen die Stromstärke um so grösser sein, je mehr Spannung der Stromgenerator zu erzeugen vermag; jedoch ist letztere nicht einzig massgebend für die Stromstärke; denn das durchfliessende Quantum ist abhängig — genau wie bei einer Wasserleitung — von der Dicke und Länge der Leitung und überdies auch von der Metallart des Leiters. Jede Leitung setzt dem Durchgange des Stromes einen *Widerstand* (der *Reibung* in einer Wasserleitung vergleichbar) entgegen, der um so grösser wird, je länger und je dünner der verwendete

Digitized by Google

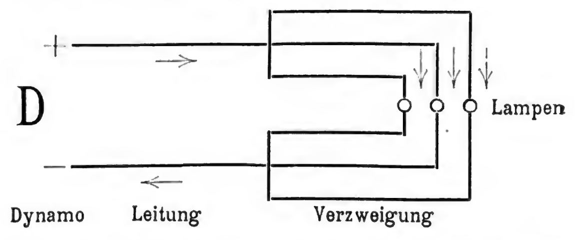
Draht ist; ausserdem setzt z. B. ein Eisendraht dem Strome circa 6, ein Neusilberdraht circa 20 Mal so viel Widerstand entgegen, als ein gleichstarker und gleichlanger Kupferdraht. Da Kupfer von allen billigern Metallen den kleinsten Widerstand hat, wird es fast ausschliesslich für Starkstromleitungen verwendet.

Die Widerstandseinheit, mit der die unbekannten Widerstände der Leitungsdrähte verglichen werden, heisst „*Ohm*“. 1 Ohm ist ein Widerstand gleich demjenigen eines Quecksilberstäbchens von 1 mm^2 Querschnitt und 106 cm Länge. Ein 100 m langer Kupferdraht von 1 mm Durchmesser hat ungefähr 3 Ohm, ein ebensolcher Eisendraht aber circa 19 Ohm Widerstand. Von den zwei Faktoren — Spannung, die der Generator erzeugt, und Widerstand der Stromleitung — hängt die *Stromstärke* ab; je *grösser* die vom Generator erzeugten Spannungen und je *kleiner* die Leitungswiderstände sind, desto *grösser* fallen die Stromstärken aus. Zum Messen der Stromstärken bedient man sich einer *einheitlichen* Stromstärke, die den Namen „*Ampère*“ trägt. Ein Strom von solcher Stärke, dass er in einer Stunde aus einer Kupferlösung 1,2 gr Kupfer auszuscheiden im Stande ist, hat die Stromstärke 1 Ampère. Eine gewöhnliche Glühlampe (von 16 Kerzen bei 100 Volts Spannung) erfordert zum normalen Glühen circa 0,5 Ampère Strom. Ströme von grosser Spannung, sowie solche von grosser Stromstärke haben je ihre Licht-, aber auch Schattenseiten. Die hochgespannten Ströme (mit grosser Volt-Zahl) haben in hohem Grade die Eigenschaft, Widerstände zu überwinden, also lange, dünne Leitungen zu durchlaufen, Unterbrechungen in der Leitung zu überspringen, aber auch aus den Leitungen heraus auf andere Drähte oder leitende Körper überzuschlagen, kurz sich recht ungebunden, »überspannt« zu benehmen, ähnlich wie das Wasser in Hochdruck-

Digitized by Google

leitungen. Die praktische Verwendung erfordert aus mehrfachen Gründen, abgesehen von der persönlichen Sicherheit, Ströme von nicht allzuhoher Spannung. Die Dynamomaschinen für Erzeugung hochgespannter Ströme werden leicht schadhaft, weil der Strom die Isolirung der Drähte »durchschlägt«, d. h. aus dem vorgeschriebenen Drahte heraus auf andere Drahtwindungen oder Maschinentheile überspringt; kurz, das *Erzeugen* und das *Verwenden* von Strömen *ausserordentlicher Spannung* ist *unpraktisch* und *unzulässig;* diese Ströme aber haben den *Vortheil,* die Energie, wenn sie in ihrer Form gegeben ist, ausserordentlich *geeignet für die Fortleitung* zu machen.

Ströme von *grosser Stromstärke* (viel Ampères) bei geringer Spannung haben folgende Vortheile: Sie sind leicht zu isoliren, d. h. in den Leitungen zu behalten, sie lassen sich bequem in Partialströme durch parallel geschaltete *Zweigleitungen* zerlegen



und sie enthalten keine Gefahr bei Berührung der Leitungen; leider aber erfordern sie für die Fortleitung bedeutend starke Leitungsdrähte, ansonst die elektrische Energie in Wärme umgewandelt wird, ja, die in der Leitung erzeugte *Wärme* nimmt bei Zunahme der *Stromstärke zu* wie das *Quadrat der letztern.* (Ein Strom von 5 Ampères erwärmt dieselbe Leitung 25 mal stärker als ein Strom von 1 Ampère.) Diese Verhältnisse entsprechen

Digitized by Google

ganz denjenigen einer Wasserleitung, die viel Wasser unter geringem Drucke fördert. Aus der Zusammenstellung der Eigenschaften beider Stromformen ergiebt sich nun folgende *praktische Regel: Für Erzeugung und Verwendung der Elektrizität* ist ein Strom von *grosser Stärke bei geringer Spannung;* für den *Stromtransport* dagegen ist solcher von *grosser Spannung bei geringer Stromstärke* vortheilhaft. Für die Grösse der von einem Strom zu leistenden *Arbeit* ist das Produkt: Stromstärke mal Spannung massgebend (entsprechend der Arbeit einer Wasserkraft: Wassermenge mal Fallhöhe oder Druck), woraus sich ohne weiteres ergiebt, dass eine bestimmte Arbeitsmenge ihren äquivalenten Ausdruck ebensogut in einem Strome von hoher Spannung bei kleiner Stromstärke, als auch in einem solchen von geringer Spannung bei grosser Stromstärke findet. Man hat daher in jedem Stadium: Erzeugung, Transport, Verwendung die Freiheit, diese oder jene Form zu wählen, sofern die Hülfsmittel dieser Umwandlung, oder besser, der notwendigen Umformungen zu Gebote stehen, ohne dass dabei notwendig Energie verloren gehen muss.

Und nun, geduldiger Leser, wirst du gewiss zu der Frage gedrängt sein: Wozu denn diese langen Erörterungen? Was man in Frankfurt hat sehen können, ist's, was mich interessirt!

Nun denn, so wisse, *dass man in Frankfurt als Hauptsache hat sehen können, wie sich die Elektrotechnik seit der elektrischen Ausstellung in Turin 1884 mit aller Kraft auf das Problem der Stromumformungen aller Art geworfen hat und darin nun ausserordentliche Erfolge aufweist. Das Charakteristikum der Frankfurter Ausstellung besteht in* **der Transformation der Ströme.**

Hast du, geneigter Leser, diese theoretischen Erörterungen geschluckt, dann magst du als elektrotechnisch

Digitized by Google

»getauft« gelten und wir können den Weg in den Ausstellungstempel antreten. Wir thun dies beim Haupteingang vor der

Maschinenhalle.

Fig. 1.

Das Aechzen und Pauken und Schnauben vom Dache der Maschinenhalle her entbietet uns den Willkommensgruss. Er entstammt den Abdampfröhren der Dampfmaschinen und den Ausblaskanälen der Gasmotoren und vollführt einen Spektakel, dass man den Eindruck bekommt, die Mächte der Unterwelt hätten hier eine Filiale errichtet für die gröbern Verrichtungen ihres Ateliers. Der Eintritt in die Maschinenhalle belehrt uns indes bald, dass es namentlich die schnellgehenden Dampfmaschinen sind, die 300—400 Touren pr. Minute zu machen und daher keine Zeit zu verlieren haben. Sie drehen direkt auf ihre Wellen gesetzte Dynamomaschinen - Armaturen, so dass jede Transmission zwischen Dampfmaschine und Dynamo wegfällt. Es sieht sich recht hübsch an, solch ein rasendes Ungeheuer mit seinen 400 minutlichen Umdrehungen, braucht wenig Platz und macht den Eindruck grosser Einfachheit; ob man aber nach 10 Jahren gemachter Erfahrungen über Dauerhaftigkeit und Abnützung etc. diese »Schnell-Läufer« noch einmal zur Ausstellung bringt, wollen wir heute unerledigt lassen. Anders stellt sich die direkte Kuppelung bei zwei **Riesen - Dynamo** der Firma Siemens & Halske in Berlin. Wir wollen diesen zwei Maschinenkolossen, den grössten Dynamos in der Ausstellung, einige spezielle Aufmerksamkeit schenken. Eine Gleichstrommaschine (Fig. 2), die zu ihrem Vollbetrieb 600 Pferdekräfte (HP) erfordert, macht pr. Minute bloss 100 Touren und ist daher ganz passend auf die Schwungrad-

Digitized by Google



Fig. 1. Ma

Digitized by Google



schinenhalle bei Nacht.

Digitized by Google

Digitized by Google

welle einer dreicylindrigen Expansionsdampfmaschine von Kuhn, Stuttgart, aufgesetzt. Der Durchmesser des rotirenden Gramme-Ringes ist 3 Meter, die feststehenden Elektromagnete stehen innerhalb des Ringes, die Aussenfläche des Gramme'schen Ringes wird selbst als Kollektor benützt, auf welchem die 10 Bürstengruppen den Strom

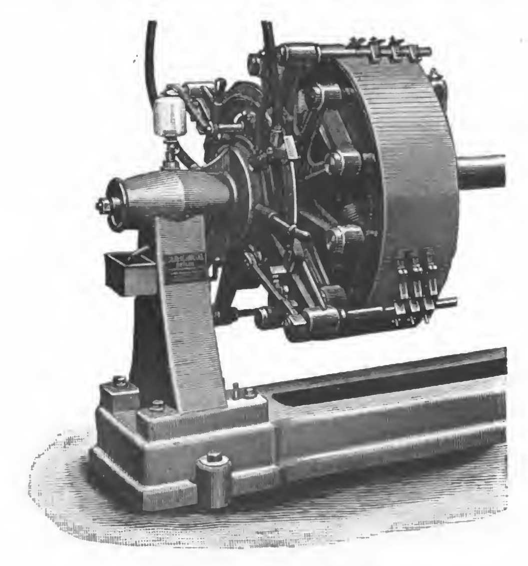


Fig. 3. Innenpolmaschine.

dieser »Zehn-innenpolmaschine« auffangen und ableiten. Der erzeugte Strom hat bei 65 Touren des Ringes 150 Volts Spannung; die Maschine liefert 2200 Ampères Strom. Diese Leistung von $160 \times 2200 = 330{,}000$ Watt (Volt Ampères) kann durch Erhöhung der Tourenzahl auf 100 pr. Minute bis 600,000 Watts ansteigen, in welchem Falle

Digitized by Google

der Strom für 12,000 Glühlampen à 16 Kerzen ausreichen würde. Fig. 3 zeigt eine kleinere Siemens'sche Innenpolmaschine mit Aussenkollektor.

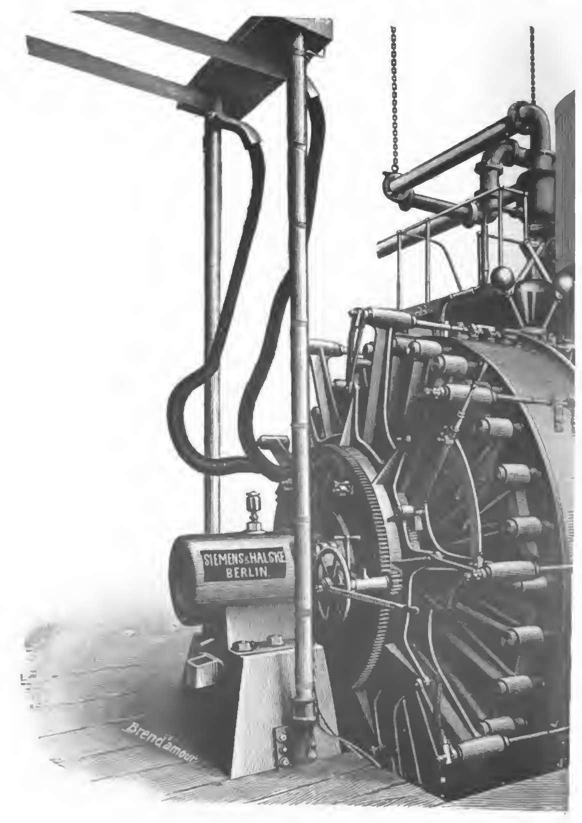
Eine Schwester dieser Maschine, aber eine brummende Schwester, ist von derselben Firma ausgestellt und von einer 450-pferdigen Dampfmaschine der Fabrik Bukau, Magdeburg, zu ihrer kolossal dröhnenden Arbeit angetrieben. (Fig. 4.) Sie erzeugt aber Wechselstrom, d. h. der Strom schlägt in den Leitungsdrähten in sehr rascher Folge weberschiffchenartig vor- und rückwärts. Da zwischen zwei entgegengesetzten Impulsen stets ein Ruhepunkt existiren muss, lässt sich als selbstverständlich folgern, dass der Generator, d. h. der Anker der Wechselstrommaschine nicht constanten Magnetismus haben darf, sondern dass darin jedes Eisenstück in rascher Folge nordmagnetisch, unmagnetisch, südmagnetisch, unmagnetisch werden muss. Da sich nun die Länge jedes Eisenstabes beim Magnetisiren ändert, ist das Ankereisen einer Wechselstrommaschine einer heftigen, durch Magnetismuswechsel bedingten Erschütterung ausgesetzt, daher das intensive Brummen dieser Maschinen, das den Böden und die Wände erzittern macht. — Diese Wechselstrommaschine erzeugt bei 100 Touren einen Strom von 2000 Volts Spannung und ergiebt 165 Ampères Stromstärke. Der äussere Durchmesser der Maschine ist 4,6 Meter, sie hat stillstehende Anker- und bewegte Erregermagnete, welch letztere ihren gleichgerichteten Erregungsstrom von einem Gleichstromdynamo erhalten. Da der erzeugte Wechselstrom bei der Spannung von 2000 Volt praktisch nicht verwertet werden kann, wird er, an den Orten der Verwendung angelangt, passend auf niedrige Spannung und grössere Stromstärke transformirt.

Die Gesellschaft »Helios«, Köln, hat ebenfalls zwei gewaltige Wechselstrommaschinen im Betrieb ausgestellt,

Digitized by Google

Digitized by Google

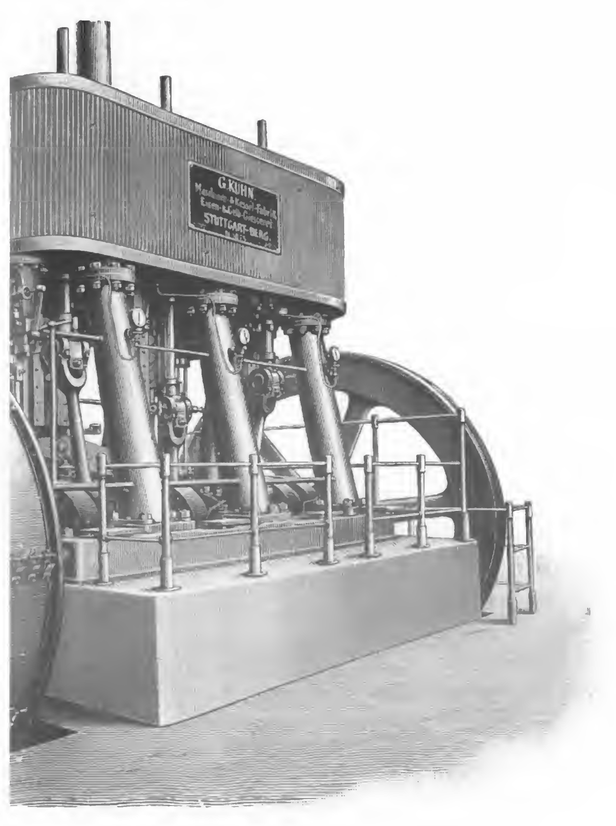
Fig. 2. Riesendyna



Gleichstromdynamo.

Digitized by Google

von Siemens & Halske



Dampfmaschine.

Digitized by Google

von denen die eine direkt mit einer 600 HP liefernden Verbunddampfmaschine gekuppelt ist; die zweite etwas kleinere Wechselstrommaschine mit separater Erregergleichstrommaschine werden von einer Sulzer'schen Ventilmaschine angetrieben. Diese Sulzer'sche Verbund-Ventilmaschine mit Kondensator, *welche durch ihren feinen tadellosen Gang die Bewunderung aller sachverständigen Besucher erregt,* treibt die vorgenannte Dynamomaschine und die Erregmaschine durch Riemenantrieb.

Schuckert in Nürnberg hat eine Flachring-Gleichstrommaschine mit 6 Polen im Betrieb, die sowohl in Bezug auf schöne Arbeit als auf tadellosen Gang alle andern grossen Gleichstrommaschinen zu übertreffen scheint.

Die beiden Firmen Schuckert und Siemens & Halske haben überdies je eine ganze Orgelpfeifenreihe **Gleichstromdynamos** zur Ausstellung gebracht.

Dieselben zeigen die von beiden Firmen bekannten charakteristischen Formen: Schuckerts Flachringdynamo und Siemens Trommelmaschine. Was an ihnen auffällt, ist die grosse Zahl aufeinanderfolgender Grössennummern von $\frac{1}{2}$ bis 80 HP.

Mit recht schönen und hübsch funktionirenden Dynamomaschinen hat auch Lahmeyer, Frankfurt, die Ausstellung beschickt, sowie noch eine ganze Anzahl neuerer Geschäfte, die sich auf die Konstruktion von Dynamomaschinen geworfen haben, jedoch verraten einige Produkte dieser Art, dass sie noch nicht viel über Erstlingswerke hinausreichen. Eine ganz *merkwürdige* kleine Wechselstrom-Maschine ist von der englischen Firma *Woodhouse & Rawson* ausgeführt worden. Die Maschine *hat gar keine bewegten Drähte:* die Drahtspulen stehen unbeweglich, vor ihren Polen bewegen sich Eisenmassen, die das magnetische Feld gleichsam in's Schwanken bringen und dadurch die Stromerzeugung ermöglichen. Es ist

Digitized by Google

dies eine Anwendung der Idee, die Graham Bell zu Ende der Siebzigerjahre bei Erfindung des Telephons (ohne Mikrophon) zur Stromerzeugung zuerst zur Anwendung gebracht hat. Dass auf diese Weise Starkströme erzeugt werden können, scheint Silv. Thomson schon 1882 ausgesprochen zu haben. Von *Schweizerfirmen* finden wir Dynamos im Betriebe: Eine circa 50 HP Dynamo für Gleichstrom, die direkt von einer schnellgehenden Dampfmaschine von 360 Touren angetrieben wird; Dynamo und Dampfmaschine sind von der Maschinenfabrik Oerlikon gebaut und ausgestellt. Sodann hat die Fabrik Uster einige kleine Dynamos im Betriebe. Frankreich, England, Italien und Oesterreich sind mit Dynamomaschinen spärlich eingerückt. Eine **amerikanische Grossfirma, Thomson-Hauston**, hat eine sehr eigentümlich konstruirte Dynamomaschine an die Ausstellung gebracht, die uns belehrt, dass sich die Technik jenseits des Oceans auf ganz andere Weise ausbildet, als bei uns. Diese Maschine hat mit den in Europa herausgebildeten beinahe nichts gemein, als dass sie auch rotirt. Die beiden Erregermagnete sind hohl, der Anker ist beinahe kugelig und hat schräge Drahtbewicklung, der Kollektor besteht aus sehr verschiedengeformten auf einen Isolircylinder aufgeschraubten Kupferstücken. Die ganze Maschine scheint eine Ausbildung der ehemaligen Brush-Maschine zu sein; da sie an den Bürsten heftiges Grünfeuer entwickelt — was sonst zu den vollständig überwundenen Standpunkten gehört — ist man leicht geneigt, die Maschine als minderwertig zu taxiren; wenn man aber ihrer Leistung nachgeht, wird man in Erstaunen gesetzt ob der Stromproduktion dieses relativ kleinen, leichten Dinges, und man verzeiht ihm schliesslich sein Brausen und Funkensprühen. Laut einer im Thomson-Hauston-Pavillon aufgehängten Karte von Nordamerika, auf welcher die in Städten von dieser Firma

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 4. Dampfmaschine.

Digitized by Google



Wechselstrommaschine.

Digitized by Google

Digitized by Google

errichteten Centralen für elektr. Licht- und Kraftabgabe verzeichnet sind, hat diese Firma bis 1. Juli 1891 gegen 200, seit 1. Juli bereits 30 Centralen errichtet. Bedenkt man dabei, dass Nordamerika noch andere ebenso bedeutende Firmen hat, wie die Edison-Gesellschaft, die Westinghouse-Gesellschaft etc., dann bekommt man eine Vorstellung, *wie sehr man sich in Nordamerika auf die Verwendung der Elektrizität geworfen hat.*

Der Gesammteindruck des Innern der Maschinenhalle ist ein überwältigender. Was würde wohl *Faraday* sagen, wenn es ihm noch möglich wäre, einen Gang durch diese Maschinenhalle zu machen, und man ihm bemerken würde: »Das sind die Früchte des Samens, den du vor 60 Jahren (1831) durch eie Entdeckung der *Induktion* gelegt hast!« Fürwahr, die Nadelzuckungen, in denen sich die Induktionsströme zuerst Faraday geoffenbart haben, sind heute Giganten geworden. Ehren wir den berühmten Entdecker, indem wir sein sinnendes Antlitz (Fig. 5) in uns aufnehmen. Durch die Arbeiten des berühmten Berliner Gelehrten Dr. *Werner Siemens* (Fig. 6), namentlich durch seine Entdeckung des *dynamoelektrischen Prinzips* erhielt die Technik 1867 ihre *praktische* Grundlage. Siemens hat die Ausstellung besucht, also die Früchte seiner Entdeckungen in dieser Grossartigkeit sehen können.

Die Transformatoren.

Was man nicht transformiren kann,
Das sieht man für vernagelt an.

Die Signatur dieser Ausstellung sind die Transformatoren. Ursprünglich von Gaulard & Gibbs erfunden und von Zippernovski, Ingenieur bei Ganz & Cie., Budapest zu praktisch brauchbaren Apparaten verbessert, dienten dieselben einzig dazu, Ströme von hoher Spannung auf solche von niedriger Spannung zu reduziren und dafür

Digitized by Google

entsprechend mehr Stromstärke zu erzeugen. Diesen Apparaten lag das einfache Prinzip der allbekannten Induktionsapparate zu Grunde. Jeder Induktionsapparat ist gewissermassen ein Transformator, indem ein gewöhnlicher Strom eines galvanischen Elementes von 1 oder 2 Volt in einen solchen von 1000 oder 20,000 etc. Volts



Fig. 5.
Michael Faraday, Entdecker der Induktion. 1791—1867.

umgewandelt wird, je nach der Zahl der Drahtwindungen, die man der Sekundärspule gegeben hat. Da aber der Induktionsapparat zwei offene Magnetpole besitzt, aus denen die magnetischen Kraftlinien in die Luft hinauslaufen — also Energie zerstreuen — ist die im Induktionsstrom steckende Arbeit nur noch ein kleiner Bruchteil der im

Digitized by Google

Primärstrom vorhanden gewesenen. Zippernovski hat diesen Verlust zu beseitigen gewusst, indem er die beiden entgegengesetzt gerichteten Pole durch Biegen des geraden Elektromagnetes zusammenbrachte, und das ganze



Fig. 6.

Dr. Werner Siemens, Entdecker des dynamoelektrischen Prinzips.

mit viel Eisenmasse umschloss. Der Nutzeffekt stieg auf über 95 % und die Transformatoren traten in die Praxis (Rom, Luzern, Mailand etc.) und veranlassten den bekannten Kampf zwischen dem früher (bis 1885) fast einzig

Digitized by Google

verwendeten Gleichstrom und dem Wechselstrom. Da sich die Induktion von Sekundärströmen nur bei Beginn und Schluss oder bei Schwankungen der Primärströme zeigt, ist Gleichstrom für Transformation auf dem Wege der Induktion untauglich; dagegen ist Wechselstrom ein Primärstrom par excellence für Induktionswirkungen. Diese ursprünglichen Transformatoren Zippernovski's, die für die Weiterentwicklung der Elektrotechnik so unendlich wichtig geworden sind, findet man in der Verteilhalle in zwei Exemplaren ausgestellt. Ich habe nicht erfahren können, ob es vielleicht die Versuchsapparate sind, mit denen der geniale Ingenieur seine ersten ausgezeichneten Resultate erhielt. Ich nahm sie dafür und habe sie mit nicht geringem Respekt besehen, zugleich mich aber ein wenig verwundert, dass diesen zwei merkwürdigen, allerdings sehr bescheiden und unansehnlich aussehenden »Dingern« niemand irgend welche Beachtung zollte.

Nach demselben Prinzipe gebaut hat auch Schuckert einen grossen, speichenradartig angeordneten Transformator ausgestellt, welcher sich ohne irgend welche konstruktive Aenderungen — einzig durch Wahl geeigneter Drahtverbindungen — zu einem Drehstromtransformator wird verwenden lassen. Der Krieg zwischen Wechselstrom und Gleichstrom ist indirekt der Urheber der Frankfurter Ausstellung gewesen. Denn als die Stadt Frankfurt über eine zu erstellende Centrale Konkurrenz eröffnet hatte (vor circa 2 Jahren), war die Wahl schwer, man kam auf den Einfall, die Systeme durch eine Ausstellung öffentlich zur Konkurrenz gelangen zu lassen. Und nun! Welch merkwürdiges Resultat! Statt die beiden Kämpfenden sich »feurig« schlagend in der Arena zu finden, spazieren sie als Brautpaar Arm in Arm einträchtig zusammen. Siemens, Lahmeier, Schuckert, Helios u. a. m. stellen Transformatoren aus für Umwandlung von Gleich-

Digitized by Google

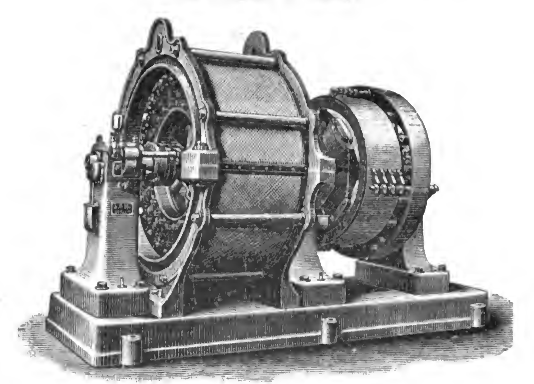
strom in Wechselstrom, von Wechselstrom in Gleichstrom, von Gleichstrom in Gleichstrom mit anderer Spannung — — »Liebchen, was willst du noch mehr«? Die Gleichstromleute scheinen gemerkt zu haben, dass der Wechselstrom, mit der Waffe der Transformation ausgerüstet, der überlegene Kämpfer sein würde und haben sich kurz entschlossen auch transformationskalibrig ausgerüstet. Freilich sind diese neugeschaffenen Transformatoren weit entfernt, in dem Grade auf den Titel: »geniale Schöpfungen« Anspruch erheben zu dürfen, wie dies für die Wechselstrom-Wechselstromtransformatoren des Zippernovski der Fall ist. Der Unterschied ist folgender: Der ursprüngliche Transformator (Wechselstrom-Wechselstrom, veränderter Spannung) hat keine bewegten Teile, erleidet keine Abnützung, kann zuverlässig isolirt werden (im Bedarfsfalle sogar in einen Oelkasten vor der atmosphärischen Feuchtigkeit geschützt bleiben) giebt hohen Nutzeffekt und — — kostet wenig. Die Transformatoren, in denen irgendwie Gleichstrom zur Geltung kommt, sind im Grunde genommen stets **2** Dynamo (Fig. 7), die in mehr oder wenig geschickter Weise auf einer Welle sitzend, den Eindruck hervorbringen sollen, man habe es mit einer einzigen Maschine zu thun. Diese »Täuschung« hat Schuckert am besten zuwege gebracht: sein Transformator für Gleichstrom-Gleichstrom hat genau das Aussehen einer gewöhnlichen Schuckertdynamo. Die Wirkungsweise dieser Transformatoren zweiter Art, wie ich sie benennen möchte, ist folgende: der zu transformirende Strom fliesst in einen Elektromotor, der dadurch umgedreht wird. Auf der Welle dieses Motors ist eine zweite Armatur befestigt, die auf gleiche Weise wie in einer gewöhnlichen Dynamomaschine einen neuen Strom erzeugt. Je nach Wahl der Bewicklungen fallen nun die elektrischen Dimensionen aus. Wie man sieht, sind diese neumodigen Transforma-

Digitized by Google

toren komplizirt, teuer, können keinen hohen Nutzeffekt liefern und haben hohe Wahrscheinlichkeit für eintretende Störungen.

Durch die angezeigte Verbrüderung der Gegner Wechselstrom und Gleichstrom könnte nun die Meinung

Fig. 7. Wechselstrom-Gleichstromtransformer von Siemens & Halske.



Wechselstrommotor. Gleichstromdynamo.

entstehen, sie würden nun vereint die Zukunft für sich haben, — »doch mit des Geschickes Mächten ist kein ewiger Bund zu flechten und der — — **Drehstrom** schreitet schnell. Davon in einem spätern Kapitel.

Das Bogenlicht.

„Im gesetzten Alter verschwindet — — der Uebermut“.

Zur Zeit, als es noch nicht recht gelingen wollte, von den Bogenlampen ruhiges Licht zu erhalten — nicht sowohl wegen Mangel an geeigneten Regulirmechanismen,

Digitized by Google

sondern weil keine genaue Strommessungen gemacht werden konnten, ehe gute Volt- und Ampèremeter construirt waren — sah man an Ausstellungen *Riesenbogenlichter:* 2000, 10,000, ja 20,000 Kerzen liefernde Lampen. Gewöhnliche Bogenlichter gaben 1000 Kerzen. Die Lichtkraft schwankte aber bedeutend und häufig streikten eine oder mehrere Lampen unangemeldet. An der Ausstellung in München 1882 sah ich einen Mann mit einer Stange in der Gemäldeausstellung herumlaufen, welche mit Bogenlampen beleuchtet war. Sobald nun eine Lampe ihre Amtsthätigkeit einstellte, bekam sie von der besagten Stange einen Stoss; auf solche Weise erzielte dieser elektrische Eseltreiber »wundervolle« Resultate.

Heute ist das anders. Die Bogenlampen, die zu Hunderten den Ausstellungsplatz und die verschiedenen Hallen beleuchten, funktioniren beinahe alle tadellos. Sie sind aber bescheidener in der Lichtspende geworden und liefern meist 500—700 Kerzen. Eine einzige Lampe sah ich, die ich auf 2000 Kerzen schätzte; die grosse Reflektorlampe auf dem Thurme der Marineausstellung giebt nach meiner Berechnung, gestützt auf Angaben über Spannung und Stromstärke des verwendeten Stromes, 20,000 Kerzen. Das Licht wird durch einen Parabolspiegel von 150 cm Durchmesser parallel gerichtet und erzeugt einen Lichtschweif von ganz imponirender Wirkung. Fig. 1. Dieser elektrische Komet ist von Schuckert ausgestellt. Siemens & H. haben auf dem Aufzugthurm des Ausstellungsplatzes ebenfalls einen Scheinwerfer im Betrieb, der mit 50 Volt und 150 Ampères Strom arbeitet. Ich halte das Bestreben der heutigen Technik, Bogenlampen mit 3 und noch weniger Ampères zu betreiben, für verkehrt; die Bogenlampe ist für imponirende Beleuchtungseffekte, für luxuriöse Platz- und Hallenbeleuchtungen passend, und da sollte nicht mit verzwergten Bogenlampen gearbeitet

Digitized by Google

werden. Will man Licht sparen, dann greife man zu Glühlampen, die man ja auch zu 100, 200, 500 und mehr Kerzen Lichtkraft haben kann.

Es könnte mir leicht eingewendet werden, meine obige Behauptung, dass beinahe alle Bogenlampen der Ausstellung tadellos funktioniren, sei nicht richtig. In der That bemerkt man häufig ein Zucken des Lichtes ganzer Lampengruppen. Dies kommt aber so: Zufolge der grossen Sicherheit, mit der die Bogenlampen reguliren, sind die Aussteller so frech geworden, dass sie Strom von Dynamomaschinen, die Aufzüge, elektr. Strassenbahnen etc. mit sehr variirenden Beanspruchungen treiben, gleichzeitig für Bogenlampen verwenden; da nun beim Anlaufen der Wagen oder Fahrstühle momentan bedeutende Kraft erforderlich ist, werden die Dynamos etwas im Gange verlangsamt, daher die Schwankungen in der Stromspannung, die man in den Lampen bemerkt. Ich bleibe also bei obiger Behauptung. Fein in Stuttgart hat 6 Bogenlampen speichenartig auf eine Welle angeordnet, letztere wird von einem Elektromotor gedreht, so dass die 6 Lampen kreisend leuchten — ich hätte ihm das Kunststück geschenkt, da es den Eindruck des Unpassenden auf mich macht. Uebrigens: Geschmacksfreiheit ist gewährleistet!

Die Glühlampe.

Ich bin klein
Aber — fein.

Zahllos, wie »der Sand am Meer, oder wie die Sterne am Himmel« sind eigentlich recht veraltete, hausbackene Redensarten, und ich bin sicher, wäre die Frankfurter Ausstellung *vor* dem Geburtsjahr der genannten Phrasen arrangirt worden wie jetzt, würde man trotz grösserer

Digitized by Google

Länge der Rede sagen: zahllos, wie die Glühlampen in Frankfurt. Dächer, Türme, Kuppeln, Kanten, Portale und Fenster sind durch Glühlampenreihen markirt, so dass die Ausstellungsgebäude Nachts wie mit einem feurigen Stift auf eine dunkle Bildfläche gezeichnet erscheinen. (Fig. 1.) In den Innenräumen der Ausstellung, Restaurationen etc. finden wir prachtvolle Kronleuchter mit Glühlampen ohne Zahl, ja, man kann sogar an zwei Stellen Glühlampencadres sehen, so gross wie eine Zimmerwand, ganz mit diesen Lampen überdeckt, sie machen buchstäblich den Eindruck einer feurigen Wand. Doch was soll die Fülle — sie ist nichts als Verschwendung; weit wichtiger ist, dass die zahllosen Individuen in Einem übereinstimmen: sie brennen tadellos, ruhig, und die Gleichmässigkeit, mit welcher 200, 300 Stück beisammen brennen, beweist, dass die Fabrikation dieser »leeren Wesen mit kohlenschwarzen Fadenseelen« zu einem hohen Grad von Vollkommenheit gediehen ist. Vor 9 Jahren (München) hatte einzig die Edisongesellschaft Glühlampen ausgestellt, die annähernd gleichmässig fabrizirt waren; dies scheint heute anders geworden zu sein: die Gleichmässigkeit ist Regel, das Gegenteil Ausnahme. Nach dem Resultat zu schliessen, muss unsere *schweizerische Glühlampenfabrik* in Birmensdorf, Kts. Zürich, sowohl quantitativ als qualitativ schon auf der Höhe sein, trotz der Kürze ihres Bestandes. Ich glaube nicht zu viel zu behaupten, wenn ich sage, dass die Hälfte aller betriebenen Glühlampen der Ausstellung aus der Birmensdorfer Fabrik stammen; sie brennen recht hübsch.

Kotinski hat nicht nur Glühlampen, sondern auch die Fabrikation derselben zur Ausstellung gebracht — leider aber nicht im Betrieb; sondern er zeigte die Waren in den verschiedenen Stadien der Fabrikation und die dazu dienenden Apparate.

Digitized by Google

Einige ausgestellte Wohn- und Schlafzimmer-, Salons- und Gesellschaftszimmerausrüstungen, elektrisch beleuchtet, hätten schon ohne letzteres Manchen lüstern gemacht; in dem Lichte der geschmackvoll angeordneten Glühlampen wirkten sie auf den Beschauer bezaubernd.

Dass die Glühlampe auch unter Wasser bei Taucherarbeiten ihr Licht prompt leistet, sei nur beiläufig erwähnt.

Die Motoren.

„Sieh, da entbrennen in feurigem Kampfe
die eifernden Kräfte!
„Grosses wirket ihr Streit, Grösseres wirket
ihr Bund.“

Die Elektromotoren sind Dynamomaschinen in umgekehrter Wirkungsweise. Treibt man einen Ventilator oder eine Putzmühle durch irgend eine Kraft an, so erzeugen sie Luftströmung. Wenn man aber in irgend eine der genannten Maschinen bei stillstehenden Schaufeln einen Luftstrom durch die Ausflussöffnung hineintreibt, werden die Schaufeln umgedreht: Ventilator und Putzmühle sind also *umkehrbar*, ebenso die Dampfmaschinen, Wassermotoren und Dynamomaschinen. Dreht man mittels einer Kraft eine Dynamo, so erzeugt sie Strom; leitet man in eine stillstehende Dynamo einen Strom, so wird der Anker an derselben in umgekehrter Richtung gedreht, weil der Strom in der Dynamomaschine Magnetpole erzeugt, die sich in geeigneter Weise anziehen und abstossen. Dies ist die Grundidee der Elektromotoren.

Ich muss meinen Leser dringendst bitten, wenn er von elektrischen Ventilatoren, elektrischen Krahnen, Pumpen, Pressen, Aufzügen etc. etc. — was da alles elektrisch genannt wird — hört, sich ja nicht der Täuschung hinzugeben, es seien dies speziell eingerichtete elektrische

Digitized by Google

Maschinen; es sind Ventilatoren, Pumpen, Pressen etc. gewöhnlicher Art, die den hochtönenden Namen blos dem Umstande verdanken, dass sie, statt von einer Dampfmaschine, einem Wassermotor oder von Hand betrieben zu werden, durch einen Elektromotor in Betrieb gesetzt sind.

Hör' nun einmal, lieber Leser, was man in Frankfurt elektrisch betreibt, aber ich bitte, vorher etwas tief Atem zu fassen:

Ein Dutzend Nähmaschinen rasseln um die Wette elektrisch, was weitere 30 Nähmaschinen, die in dem gleichen Lokal aufgestellt sind, mit der Elektrizität zu thun haben, verraten sie nicht; sie sehen so nüchtern drein, wie wenn sie verkauft sein wollten, was doch sehr unelektrisch klingt.

Ein Nähnadelfabrikant zeigt die Herstellung seiner spitzigen Waffen; die Schleif-, Stanz-, Loch- und Polirmaschinen dazu sind elektrisch angetrieben. Ein elektrischer Motor treibt einem Brillenfabrikanten die Linsenschleifsteine — eine sehr primitive Einrichtung.

Sehr hübsch arbeitet die Elektrizität in einer kleinen mechanischen Werkstätte, wo sie Feuergebläse, Fraise, Bohrmaschine und Laufkrahn ruhig und emsig treibt. Eine Waschanstalt arbeitet mit elektrisch betriebener Auswind-, Spül- und Wäschmaschine. Die Hülfsmaschinen der Seifenfabrikation lassen sich eben so willig elektrisch poussiren, wie die Holzfraise und Bandsäge der benachbarten Schreinerei.

»In einem kühlen Grunde geht ein Mühlerad«, aber diesmal in Form eines Elektromotors; er macht seine Sache weniger poetisch, aber um so prompter; der Walzenstuhl, die Griesputzmaschine, der Plansichter und andere Müllereimaschinen merken es kaum, dass ihnen der »Lahmeier« ein so neumodiges »Mühlerad« vorgespannt hat. Die Schwarzkünstlerzunft möchte sich auch losmachen

Digitized by Google

von dem klopfenden und dem ruhigen, aber »heiklen« Deutzer Gasmotor und eine Buchdruckerpresse, sowie eine Lithographenpresse sind »elektrisch« eifrig, Preisverzeichnisse einer — — Gasmotorenfabrik herzustellen!!

Ein riesiger Schleifstein — offenbar zur Fortschrittspartei gehörend — will nicht hinter seinem Genossen Mühlstein zurückbleiben — voilà, er schnallt sich einen Elektromotor an; exempla trahunt seufzen eine Knet- und eine Mischmaschine einander an und werfen sich kurz entschlossen dem überall anklopfenden Werber Elektromotor in die Arme; der leichtsinnige Vogel lässt sich kuppeln und zur Strafe knetet und mischt er jetzt Dr... — Lehm soll es heissen.

Eine elektrisch betriebene Centrifugenbuttermaschine zeigt den interessanten Prozess, aus frischer Milch die Butter durch Vermittlung der Centrifugalkraft abzuscheiden. Eine moderne Parze spinnt Glasfäden, der Blasebalg für die Erhitzung des Glases und der Haspel zum Aufwinden der feinen Fäden laufen »elektrisch«.

Eine Schuhfabrik rasselt, von einer Siemensmaschine angetrieben, mit grosser Hast Schuhwerk zurecht. Nur nicht so eifrig, ihr unbedachtsamen »Hundertgelenkezugleichreger«, merkt ihr nicht, dass sich dort draussen vor dem Ausstellungsplatz zwei elektrische Eisenbahnen — eine von Schukert nach der Mainausstellung und eine von Siemens nach dem Opernplatze erbaute und betriebene — bemühen, den Leuten das Laufen entbehrlich zu machen (Fig. 8), und dass dort der »Fesselballon« sie dafür fliegen lehren will? Beides geht ja ohne Stiefel. Der Ballon wird aber von zu hochfliegenden Plänen abgehalten durch ein Drahtseil, an dem der luftige Vagabund elektrisch wieder zur Erde herabgehaspelt wird.

Ein elektrischer Aufzug trägt das Publikum auf die Plattform des 40 m hohen Aussichtsturmes der Gesell-

Digitized by Google

schaft Otis; eine Accumulatorenbatterie von 84 Tudorelementen (120 Ampèrestunden) treibt den Motor des elektrischen Bootes »Elektra« auf dem Main. Dieses von

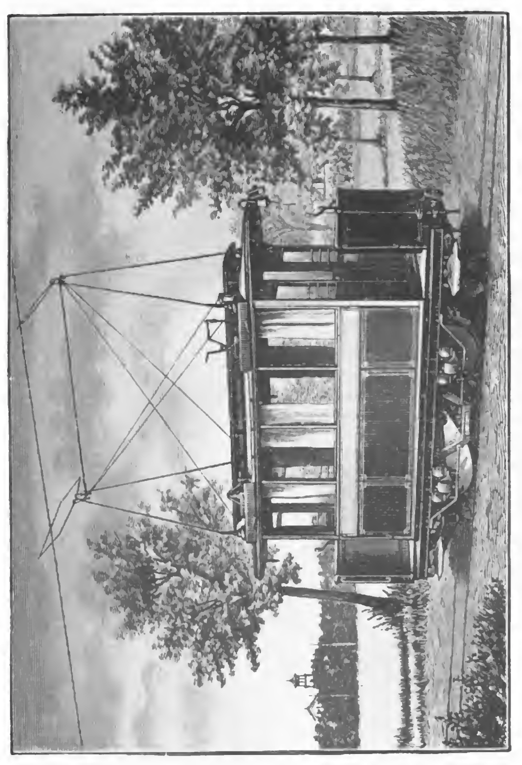


Fig. 8. Elektrisches Tram: Bahnhof-Opernplatz

Escher-Wyss in Zürich gebaute Schiff erfordert bei Vollbetrieb 8 HP, die gefüllten Accumulatoren können es daher ca. 3 Stunden treiben. Erwähnt sei auch eine elektrische Grubenbahn, wofür erst ein »Berg« hergestellt

Digitized by Google

werden musste, um darin ein Bergwerk anzulegen. Die Grubenbahn wurde vom Publikum sehr fleissig benützt, sie ist das Werk der Firma Siemens & Halske. (Fig. 9).

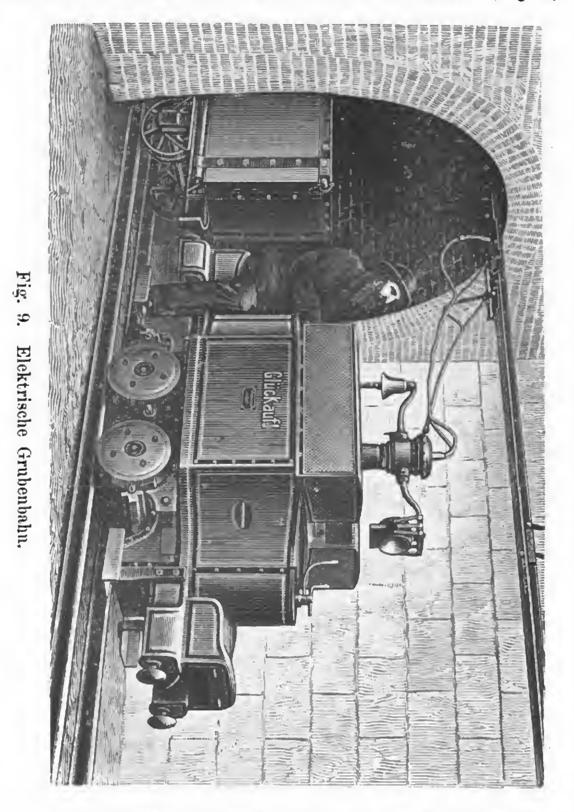


Fig. 9. Elektrische Grubenbahn.

Die Thomson-Hauston Comp. hat eine kleine Bergbahn angelegt, die auf den künstlich erbauten Berg, auf

Digitized by Google

dem der »Tatzelwurm« dem hungrigen und durstigen Publikum Küche und Keller zu Dienste stellt, hinaufführt. Das Transportobjekt dieser Miniaturseilbahn, von einem Elektromotor geschleppt, ist ein Felsklotz — — warum nicht lieber die Ausstellungs-Perkeo's,*) an denen doch kein Mangel ist? Dieselbe amerikanische Gesellschaft lässt von einem zweiten elektrischen Motor eine Pumpe treiben, die das Wasser etwa 2 m hebt, um es in's Bassin zurückfallen zu lassen — sie könnte dies bleiben lassen.

Höchst interessant ist die Felsbohrmaschine der Firma Thomson-Hauston, die im Betriebe, und eine ähnliche von Siemens & H., die ausser Betrieb gezeigt wird. Beide arbeiten mit schlagender Bewegung, d. h. sie ahmen genau die Bohrerbewegung nach, die wir an den Italienern beim Felssprengen zu sehen gewohnt sind. Da diese elektrischen Bohrer statt der Rohrleitung der pneumatischen Bohrmaschinen nur die zwei Leitungsdrähte haben, sind sie leichter beweglich, rascher in und ausser Betrieb zu setzen und ich glaube — dass ihnen die Zukunft gehört.

Ventilatoren, Bohrer des Zahnarztes, Drehung der Reflektoren auf der Kuppel des Panorama und auf dem Turm der Marine-Ausstellung, Pumpen, die den Teich auf dem Ausstellungsplatz und den Wasserfall vom Tatzelwurm herab mit Wasser, das aus dem etwa 500 m entfernten Main hergepumpt werden muss, speisen, und noch hunderterlei andere Maschinen und Maschinchen werden hier von der alles durchdringenden Tochter der Natur, Elektrizität, bewegt.

*) Perkeo = der durstige Zwerg Scheffels am Heidelberger-Fass.

Digitized by Google

Theater.

„— — — wo selbst die Wirklichkeit
zur Dichtung wird,
„Muss auch die Kunst einen höhern Flug
versuchen.“

Ein kleines Häuschen hinter dem Tatzelwurm ist jeden Nachmittag vom Publikum belagert, das auf die Vorstellungen wartet. Letztere werden alle 30 Minuten eröffnet und dauern etwa 20 Minuten. Es ist das Modelltheater von Siemens & Halske; es enthält eine verkleinerte Kopie des Beleuchtungsapparates des königlichen Opernhauses in Berlin und wird dem Publikum im Betrieb gezeigt. Durch Anordnung von farbigen und gewöhnlichen Glühlampen hinter den Soffiten, Coulissen und Rampen, die einzeln und in Gruppen entzündet und gelöscht, geschwächt und verstärkt werden können, wird eine bezaubernde Effektbeleuchtung der Bühne erzielt. Die sämtlichen Lampen werden von einem Schaltapparate (Fig. 10) aus von einem Sachkundigen betrieben. Ich will nicht versuchen, die Wirkung dieser feindurchdachten Beleuchtung auf den Zuschauer zu schildern; Worte würden erscheinen wie Holzklötze, aus denen man einen Blumenkranz zu winden vermeint hätte. Dieses Alpenglühen, diese Dämmerung, diese Mondlandschaft! und welcher Zauber liegt in dieser Gewitterlandschaft, vom Aufsteigen der ersten Wolken über die sonnbeleuchtete Gegend durch das Halbdunkel der von Blitz durchzuckten Thalpartie bis zum Durchbrechen der ersten Sonnenstrahlen, die ein kleines Flecklein am Bachrande beleuchten und wieder zur vollen Tagesbeleuchtung durchdringen! Fürwahr, wir können Herrn Brand, dem Erfinder dieser Beleuchtung, unsere Bewunderung nicht vorenthalten. Dieses Bijou-Theaterchen bot leider nur für etwa 30 — 40 Personen

Digitized by Google

gleichzeitig Platz und es stimmte daher die Atmungsluft des stets vollgestopften Raumes schlecht zu der Augenweide, die die Bühne bot.

Das Viktoriatheater ist speziell erbaut für die Produktion einer Ballet-Pantomime von W. Hock: Pandora oder

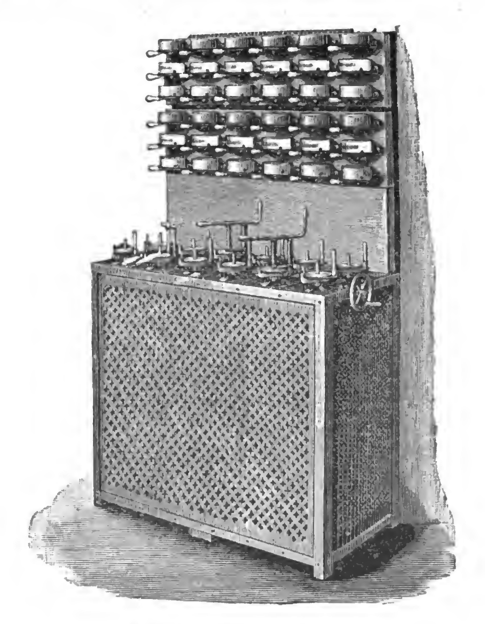


Fig. 10. Bühnenregulator.

Götterfunken, die täglich zwei Mal in circa 1½ Stunden gegeben wird. Die Fabel ist so gewählt, dass die Beleuchtung Anlass bekommt, sich in effektvollster Weise zu zeigen. Hier die Hauptzüge: Der kleine Roman, welcher der Theateraufführung zu Grunde liegt, beginnt im Olymp,

Digitized by Google

wo Papa Zeus sich eben wieder über einen seiner schlimmen Verwandten gewaltig ärgert, über den Menschenschöpfer Prometheus. Dieser verlangt das Feuer für die Menschen, aber der alte Olympier, der seine Machtmittel nicht gern in fremde Hände giebt, will nichts davon wissen, und so entreisst Prometheus dem Gott der Schmiede, Hephästos, seine Fackel und eilt davon, um sie seinen geliebten Schützlingen zu bringen. Zeus ist wütend und sinnt auf Rache — und siehe da, ein kostbarer Gedanke stellt sich ein. Das Feuer, das den Menschen die Erkenntniss, die Kultur, die Herrschaft über die Welt bringen würde, soll durch ein anderes Geschenk entkräftet werden. Dieses Geschenk ist — das Weib. Flugs macht sich der Göttervater an die Schöpfung, ein grosser Marmorblock wird herbeigeschafft und bald ist das Werk vollendet, liebreizend und sinnverwirrend steht das marmorne Weib vor uns. Und nun hebt Hephästos, der vielerfahrene Ehegemahl der Venus, den kleinen Gott der Liebe zu dem starren Leib empor, und unter Amors Kusse wird der Marmor zu einer schönen Frau, zum Weibe, zum Sinnbild des schmeichelnden Liebreizes, der den kühnen Menschengeist in Sklavenfesseln schlagen soll.

Zeus frohlockt, und die Sterne kommen und tragen das Weib hinab zur Erde. Wolken erfüllen die Bühne, man erblickt die Kugel unseres Planeten, dann verschwindet auch sie, und neue Wolken ziehen vorüber; endlich blaut der Himmel, eine lachende Landschaft erscheint — wir sind in Italien, am Comersee; aber die alten Götter sind längst gestorben, und was wir schauen, ist die Heimat *Galvanis* und *Voltas,* der beiden Männer, mit deren Beobachtungen um die Wende des letzten Jahrhunderts der Siegeszug der Elektrizität begann.

Der alte Olympier hat einen grossen Rechenfehler gemacht. Er war — wenigstens nach der Ansicht des

Digitized by Google

Ballettmeisters — ein schlechter Menschenkenner. Dass das Weib liebreizend ist, wird der Ballettmeister selbstverständlich nicht leugnen, aber er meint, dass dieser Reiz nicht hemmend, sondern fördernd auf das Streben und Kämpfen des Menschengeistes wirkt. Um das zu beweisen, führt er Galvani und Volta in's Treffen, diese beiden grundgelehrten Männer, die trotz alles Grübelns und Experimentirens nicht hinter das Geheimnis der Elektrizität kommen. Da erscheint Signora Galvani, eine der schönen Enkelinnen jenes schönen von Zeus gemodelten Geschöpfes und siehe da -- das Geheimnis ist gelöst! Sie hält spielend das Ende eines Drahtes an den Schenkel eines todten, herbeigeschleppten Riesenfrosches, u. plötzlich fängt dieser an, ganz seltsam zu springen — das ist der »elektrische Strom« — der »Galvanismus« ist entdeckt. So sehen wir, wie das Weib, statt den Menschen zu verderben, ihn nur weiter führt auf dem Weg zum Licht. Und nun beginnt ein froher Siegesreigen, aus allen Theilen der Erde strömen die Bewunderer der neuen Entdeckung herbei, Fürsten und Könige huldigen dem Gatten der schönen Signora und die Quelle, die sie eröffnet hat, wird zum weltbeherrschenden »Strom«.

Das Schlussbild des Balletts zeigt wieder eine hohe Frauengestalt, die elektrische Glühlichter in der erhobenen Rechten schwingt. Aber diesmal ist es — wie schon das Gewand verrät — nicht Signora Galvani, es ist auch nicht »Pandora«, jenes tückische Geschenk des Zeus, es ist die Siegerin »Kultur«. Alle die glänzenden Gestalten des Balletts huldigen ihr in den bunten Verschlingungen des Tanzes, man sieht wieder die Elemente, die Metalle, die schwarze Kohle und den hellschimmernden Krystall, dann die Errungenschaften der Kultur wie Bergbau, Telegraphie, Telephonie, Phonographie und Photographie und andere mehr. Die Kultur, von Europa ausgegangen, das

Digitized by Google

ihr zu Füssen lagert, hat nun auch die übrigen Erdteile erobert, und so huldigen sie ihr alle, Asien und Afrika, Amerika und Australien, die beiden ersteren im Vordergrunde, die beiden letzteren im Hintergrunde. Zuletzt öffnet sich die Säule, auf welcher die Kultur steht (Fig. 11), fächerartig, ein Parkett leuchtender Blumen strahlt aus ihnen empor, und unter den Jubelklängen der Musik fällt der Vorhang.

Wie man unschwer erkennen wird, bietet die Pantomime eine Fülle von geeigneten Anlässen, brillante Beleuchtungseffekte wirken zu lassen. Ich will daraus zwei hervorheben, ihrer Neuheit halber.

Bei einem Tanz der Götter und Göttinnen erfolgt die Beleuchtung der Hauptfiguren mit blassfarbigem Licht vom Schnürboden herab durch Reflektoren. Die Farbe des Lichtes entspricht je der Grundfarbe des Kostumes der betreffenden Figuren. Die Beleuchtung folgt der Figur, zu der sie gehört, nach, ohne andere zu treffen, selbst bei den lebhaftesten Tanzbewegungen. Dieses Licht- und Beleuchtungsspiel wirkt wunderbar.

Beim Herabsteigen der Prachtfigur »Kultur« von ihrem Himmelssitze auf die Erde strahlt in ihrer Hand eine elektrische Lampe in mächtigem Glanze; durch möglichst biegsame und verborgen geführte Luftkabel wird der Strom zugeführt. Das Schlusstableau erfolgt unter einem Lichtmeer und unter Lichteffekten, die fast an's »Betäubende« grenzen. Die eigentliche Bühnenbeleuchtung aber erreicht im Viktoriatheater nicht die Effekte, wie die des oben beschriebenen Modelltheaters.

Telephonie.

„Auf Halbmast gestellt!“

Die Ausstellung beweist, dass dieses merkwürdige Gebiet zu einem relativen Abschlusse gelangt ist, indem

Digitized by Google



Fig. 11. Schlussscene

Digitized by Google



r des Ballets „Pandora.“

Digitized by Google

Digitized by Google

die Abteilung wenig Neues bietet. Die Fabrikanten bemühen sich zu zeigen, dass sie es bereits »herrlich weit gebracht« haben und stellen daher ihre Telephon-Konstruktionen in historischer Aufeinanderfolge aus, so Siemens, Mix & Genest und Berliner. Auch der »Multiple«, eine geniale amerik. Verbesserung, die den Dienst auf den Centralen bedeutend vereinfacht, können wir nicht mehr als Novität gelten lassen, da dieser Apparat bei uns schon lange in die Praxis Eingang gefunden hat. Noch am meisten Leben zeigt sich in der Verbesserung des Mikrophons, doch finde ich an der Ausstellung keine Konstruktion, die nicht schon bei uns im eidgenössischen Telephondienst oder im Privatdienste Anwendung gefunden hätte. Der Fortschritt auf diesem Gebiete liegt in der Ausdehnung des Verwendungsgebietes.

Telegraphie.

„Da sitzt sie, die klappernde Alte,
Blickt scheel, ob sich Junges entfalte.“

Sie stellt das aristokratische Element in der Elektrotechnik vor. Die Sturm- und Drangperiode liegt weit hinter ihr. Das meiste Interesse beansprucht in der Abtheilung Telegraphie eine Sammlung von Telegraphenapparaten der deutschen Telegraphen-Verwaltung. Sie enthält von jedem im deutschen Telegraphendienst verwendeten System ein Exemplar; die Apparate sind in chronologischer Ordnung aufgestellt und gewähren einen klaren Einblick in den Verlauf der Verbesserungen von Anfang bis zu den heutigen vollkommensten Typen. Der Hughes'sche Typendrucker ist in 5 Exemplaren ausgestellt. Es scheint, dass auch er keiner hervorragenden Weiterentwicklung mehr fähig ist. Es hat daher auch die Telegraphie das Schwergewicht ihres Fortschrittes auf die Ausdehnung des Verwendungsgebietes verlegt.

Digitized by Google

Elektrochemie.

„Komm, Schwester, lass' uns Freundschaft schliessen,
„Du marterst dich an deinem Pflug;
„In deinen Schoss will ich sie giessen,
„Hier ist für dich und mich genug."

Schiller.

Wir finden hier, in der Abteilung für Chemie, die Produkte des Wechselspieles zweier an und für sich recht geheimnisvoller Naturkräfte: Chemismus und Elektrizität. Diese Produkte reizen mehr, als man erwarten würde das Interesse des Publikums. Gleich beim Eingang finden wir in einem kleinen Glaskästchen eine hübsche Kollektion zierlicher Natur-Objekte: Blüten, Fliegen, Blättchen, Sträusschen — alles scheinbar in naturgetreuen, wunderbar fein gearbeiteten Metallnachbildungen. Aber man irrt sich; es sind die Naturobjekte selber, nur sind dieselben galvanisch mit Kupfer, Gold oder Silber in ausserordentlich dünnen Schichten überzogen. Das Hauptinteresse in der Abteilung erregt die Ausstellung der Neuhauser Aluminium-Industrie-Gesellschaft, die hier Barren, Blech, Draht und Gussstücke in Reinaluminium zeigt. Mitten über den geschmackvoll angeordneten Aluminiumgegenständen schwebt eine an einem Metalldraht aufgehängte Kugel von beinahe 1 Meter Durchmesser. Ein Zettel belehrt uns über den Sinn dieser Kugel durch das einfache Wort: Tagesproduktion. Eine kleine Rechnung ergiebt hiernach circa 1500 Kilo Aluminiumproduktion pr. Tag.

Legirungen von Aluminium mit Kupfer, die ähnlich wie Messing, Semilor und Gold aussehen, je nach Prozentgehalt, sowie Reinaluminium finden wir zu Kunstgegenständen aller Art verarbeitet in einem grossen Verkaufslokale der Ausstellung; es scheinen aber namentlich die Gegenstände in Reinmetall einen Reiz zum Kaufe auszuüben.

Digitized by Google

Siemens & Halske haben in der Chemiehalle eine elektrische Kupfergewinn-Einrichtung zur Anschauung gebracht. (Fig. 13.) Das Rohmaterial ist ein spanisches Kupfer-

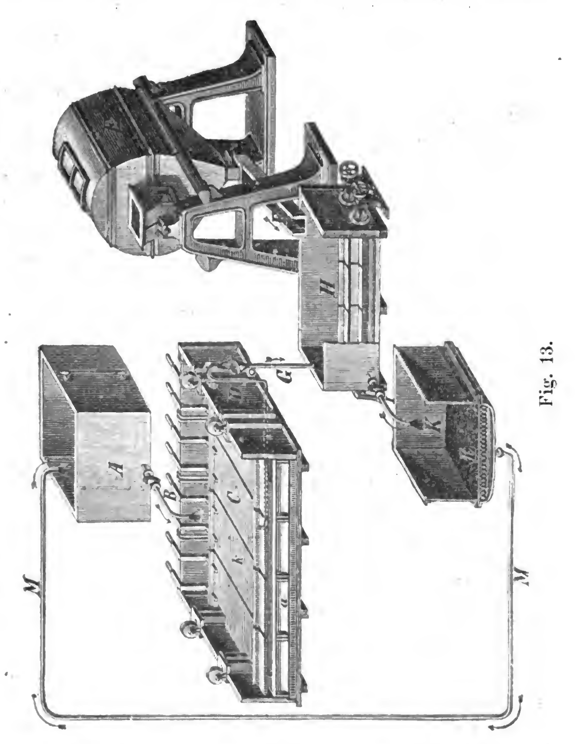


Fig. 13.

erz. Es wird chemisch gelöst und in grossen Cuvetten durch starke Dynamoströme zerlegt; die ausgeschiedenen, sehr rein aussehenden Kupferklötze erregen das Wohlgefallen — mindestens die Neugier — aller Besucher.

Digitized by Google

Dass hier komplette Anstalten für galvanische Vernickelungen, Versilberungen, Vergoldungen nicht fehlen, ist selbstverständlich; sie vermögen aber die Aufmerksamkeit nicht mehr zu fesseln; eigentlich lehrreich sind sie übrigens auch nicht, indem die Kunstgriffe, die von grösstem Werte sind, eben nicht gezeigt werden, die allgemeinen Verfahren aber schon seit langem allgemein bekannt sind.

Eines der merkwürdigsten Produkte der Elektrochemie ist das Aluminiumboot, das von einem Benzinmotor getrieben, auf dem Main herumschwimmt. Die Leichtigkeit des ganzen Fahrzeuges von etwa 4 m Länge ist schon bei der Fahrt leicht bemerklich, es macht den Eindruck einer schwimmenden Spreu und man würde sicherlich nicht absonderlich erstaunen, wenn der Fährmann nach dem Aussteigen das Fahrzeug zu sich heranzöge, dasselbe auf den Rücken nähme und mit demselben davonspazirte. Das Boot ist von Escher-Wyss in Zürich ausgestellt.

Die Elektrizität im Kriege.

„Alles, was entsteht,
„Ist wert, dass es zu Grunde geht."
Göthe.

Von Feldtelegraphen, Kriegstelephonen und ähnlichem wollen wir schweigen, sie sind bekannt. Minenzündapparate stehen ebenfalls seit langem im Gebrauche. Zum ersten Male aber habe ich auf einer Ausstellung jene furchtbaren Mordwaffen gesehen, die den Namen Torpedo tragen und für die Verteidigung wie für den Angriff gleich haarsträubend wirkungsvoll sein müssen. An die elektrische Ausstellung aber hat sie der Umstand geführt, weil eine Spezies derselben auf elektrischem Wege zum Krepiren gebracht wird.

Digitized by Google

Dass auch die früher erwähnten Riesenreflektoren mit Bogenlampen von vieltausend Kerzen Leuchtkraft vornehmlich der Zerstörung zu dienen haben, will ich nur andeuten. Ein elektrischer Distanzenmesser, der dazu dienen muss, vor Aufstellung resp. Abfeuerung der Kanonen die Entfernung des Zieles zu bestimmen, ist in seinem Prinzipe ziemlich einfach, dagegen erscheint mir sein Wert, einerseits wegen der Schwierigkeit der Handhabung zu Schiffe, anderseits wegen der blossen Möglichkeit, nur annähernde Werte zu liefern, kein hervorragender.

Ein Taucheranzug mit allen Hülfseinrichtungen und mit elektrischer Beleuchtung und Signaleinrichtung versehen, steht in so bedenklicher Nähe bei den Torpedos, dass man sich des Gedankens nicht erwehren kann, er sei hauptsächlich den nächtlichen Zwecken der Verheerung und Zerstörung gewidmet. Immerhin mag er auch als Werkzeug des Rettens und des Forschens sein Gutes haben.

Diese Hülfsapparate für den Krieg entstammen fast ausschliesslich den beiden deutschen Firmen Schuckert und Siemens & Halske.

Eisenbahnsignalwesen.

„Ich bin des Ritters Spiessgesell',
„Vorauszueilen ist mein Naturell!"
Faust II.

In dieser Abteilung hat die Firma Siemens & Halske Apparate neuester Konstruktion ausgestellt, welche Zeugnis ablegen, dass die sich in letzter Zeit häufenden Eisenbahnunfälle die Elektrotechniker angeregt haben, Vorbeuge-Einrichtungen zu ersinnen. Ich hebe namentlich einen Zugsignalapparat hervor, der so konstruirt ist, dass er automatisch den Auftrag nicht übermittelt, wenn derselbe zu früh erfolgt, so dass zwei einander folgende

Digitized by Google

Züge in zu grosse Nähe rücken würden. Das Nichtfunktioniren macht den Beamten aufmerksam, entweder auf einen selbstgemachten Fehler oder auf einen Unfall des vorhergegangenen Zuges.

Es wäre sehr wünschenswerth, dass die vom Elektrotechniker ersonnenen Sicherheitsvorrichtungen verschiedenster Art nicht blos konstruirt, sondern von den Eisenbahnverwaltungen auch zur Verwendung gebracht würden. Es scheint übrigens, *dass Deutschland in Bezug auf Sicherung des Eisenbahnbetriebes durch elektrische Einrichtungen der Schweiz weit voraus ist.*

Historisches.

„Verzeiht; es ist ein gross' Ergetzen,
„Sich in den Geist der Zeiten zu versetzen."

Nicht ganz so, wie hier Göthe, der geborne Frankfurter, scheinen seine heutigen Landsleute zu denken. Es finden sich zwar in den verschiedenen Abtheilungen zerstreut einige Objekte von allergrösstem historischem Interesse, aber eine grosse Anzahl noch vorhandener Apparate und Modelle, die man zu finden hofft, sind nicht da. (Gauss & Webers Telegraph fehlt, von Steinheil ist nichts zu finden, etwa eine Reliquie von Ohm, von Jakobi, Schweigger u. a. m. vermisst man ungern.) Zählen wir auf, was sich vorfindet.

Eine von Göthe konstruirte Reibungselektrisirmaschine (Fig. 12) aus dem Anfang unseres Jahrhunderts; das Asphaltprisma und 2 Zinkreflektoren, mit denen der geniale Bonner-Professor Hertz vor 4 Jahren die Brechung und Reflexion der elektrischen Wellen nachgewiesen hat; der Sömmering'sche Telegraphenapparat aus dem Jahre 1809, er hat 25 Leitungen und deutet dadurch 25 Schriftzeichen an, dass von dem gewählten Drahtende, das

Digitized by Google

Wasser zersetzt, Bläschen aufsteigen. Das Telephon des Philipp Reiss 1861 und ein Telegraphenapparat von Morsé aus dem Jahr 1846. Siemens & Halske hat eine Reihe historischer Bogenlampen gebracht, aber ich habe mich

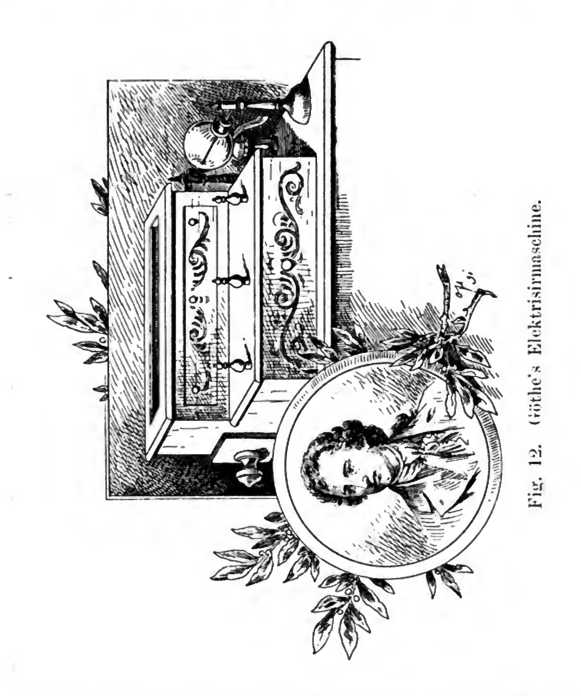


Fig. 12. Göthe's Elektrisirmaschine.

umsonst bemüht, die erste Differenziallampe von Hefner dabei zu finden, auch fehlte der berühmte erste Trommelinduktor Hefner's. Möglich ist, dass vieles durch Zusammendrängen von Warenmengen auf kleine Lokale sich nicht genügend präsentiren konnte.

Digitized by Google

Varia.

Hier stell' ich „wunderbare Flammen,
„Kraut und Knochenwerk zusammen."

Die wunderbaren Flammen hat unser Landsmann Dr. Fröhlich von Brugg, Ingenieur der Firma Siemens & Halske, zur Ausstellung gebracht. Er erzeugt mittels eines auf eine Telephonmembrane befestigten Spiegelchens in Verbindung mit einem Drehspiegel Lichtkurven auf einem Schirm. Diese Kurven gewähren einen Einblick in den Verlauf elektrischer Ströme in Leitern unter den verschiedensten Bedingungen. Die Methode ist eine Uebertragung der Lissajou'schen Stimmgabelbilder auf das Telephon und verspricht mannigfaltige Resultate theoretischen und wissenschaftlichen Wertes.

Mannesmann'sche Röhren in Kupfer, Messing und Eisen liegen in der Verteilungshalle. Wir finden da Kupferröhren von 6 bis 15 cm Dicke, mit Wandstärken von wenig mm bis 4 cm. Die Röhren erregen deswegen unser Interesse, weil sie auf eigentümliche Weise mit *schräglaufenden Walzen von einem massiven Metallklotz abgewalzt werden* (man walzt dem Klotz die Haut über den Kopf); die Röhren sind daher ohne Nähte. Ich sah in einer Abteilung einen *Kronleuchter für Glühlampen, derselbe ist aus Mannesmann'schen Eisenröhren von 3 bis 10 mm Dicke geschmiedet und stellt gewiss eines der interessantesten Objekte der Ausstellung vor.*

Die Dampfkessel der Ausstellung füllen eine stattliche Halle. Dieselben tragen fast alle das Kennzeichen des Bestrebens der Techniker an sich, endlich die Dampferzeugung etwas ökonomischer zu gestalten, d. h. die Wärme des verbrennenden Materials ergiebiger für die Dampferzeugung zu gestalten. Man bekommt jedoch beim Betrachten dieser neumodigen Dampfkessel in ihrem meist

Digitized by Google

zweistöckigen Aufbaue den Eindruck, dass dieselben an Haltbarkeit und Sicherheit ungefähr so viel eingebüsst, wie sie an Nutzeffekt gewonnen haben. Immerhin gewährt die Beobachtung dieser Schar feuerfressender und dampfschnaubender Ungetüme den Eindruck eines aussergewöhnlichen Spektakels.

Die Ausstellungsriesen.

Die zwei Riesendynamos von S. & H. habe ich Eingangs erwähnt. Andere Objekte, die sich durch aussergewöhnliche Dimensionen auszeichnen, seien hier kurz erwähnt. Berthoud Borel & Cie. in Cortaillod, Neuenburg, haben ein Lichtkabel mit einem Durchmesser von 8 cm. ausgestellt. Ein Ausschalter für starken Strom hat eine Grundplatte in Schiefer von mehr als $^1/_2$ m^2 Fläche. Der Schalthebel ist nahezu 1 m lang und kann kaum von *einem* Mann gedreht werden.

Die Glühlampenfabrik Siemens hat eine *Glühlampe von 1000 Kerzen* Leuchtkraft hergestellt. Der Glühkörper ist 3—4 mm dick.

Isolatoren für hohe Spannungsströme sind ausgestellt bis zur Höhe von 30 cm und bis 25 cm Durchmesser.

Endlich will ich noch ein galvanisches Element von Gassner (Trockenelement) erwähnen, das die Grösse eines ordentlichen Bierfasses hat.

Elektrische Energieübertragung
Lauffen — Frankfurt

Was keinem Wechsel- und Gleichstrom erblüht,
Das wird hier in Einfalt vom „Drehstrom“ geübt.

Wie bei der Hochzeit zu Kanaan der beste Wein zuletzt geboten wurde, so weist die Frankfurter Aus-

Digitized by Google

stellung in dem zuletzt aufgeführten Ausstellungsobjekte das Interessanteste, was ausgestellt worden ist. Das Werk wurde erst gegen Ende August in Betrieb gesetzt. Seit dieser Zeit wird je Abends von 6—8 Uhr ein dreiteiliger riesiger Firmaschild, der von 900 bis 1000 Glühlampen umsäumt ist, in ein Lichtmeer verwandelt. (Fig. 14.) Gleichzeitig rauscht in der Nähe von einem etwa 10 m hohen, hohlen Kunstbaufelsen ein circa 7 m Fallhöhe weisender Wasserfall herunter, der durch farbiges elektrisches Licht, aus dem Innern des Felsens strahlend, magisch beleuchtet wird.

Der zu obgenannter Schirmbeleuchtung im Betrage von circa 16,000 Kerzen Lichtkraft erforderliche Stromaufwand entspricht ungefähr 56,000 Volt-Ampères, d. h. 80 Pferdekräften, dazu kommen circa 25 Pferdekräfte, die im Transformatorraum für Betrieb von 35 - kerzigen Glühlampen aufgewendet werden. Nach meiner allerdings ganz rohen Schätzung dürfte das Wasser des genannten Wasserfalles 6000 bis 10,000 Liter pr. Minute betragen. Das Heraufpumpen dieser Wassermasse auf 7 m Höhe erfordert 700 bis 1100 Kilogramm-Meter oder 10 bis 16 Pferdekräfte. Ich wollte es nicht bestreiten, wenn behauptet würde, die Kraft betrage 25 HP, da das Abschätzen einer fallenden Wassermenge naturgemäss eine nur unsichere Basis bieten kann. Die Zusammenstellung der in der Schild- und Innenbeleuchtung aufgewendeten Arbeit mit der Arbeitsgrösse des Wasserfalls ergiebt *die Summe von circa 130 Pferdekräften. Diese ganz bedeutende Arbeitsgrösse ist von Lauffen am Neckar hergeleitet;* die Entfernung beträgt 175 Kilometer, d. h. sie kommt der Entfernung *von Aarau nach Rolle* oder von Chur nach Basel gleich. Um die Länge von 175 Kilometer der Auffassung ganz nahe zu legen, muss man die Strecke zusammenhängend zurücklegen und da bemerke

Digitized by Google

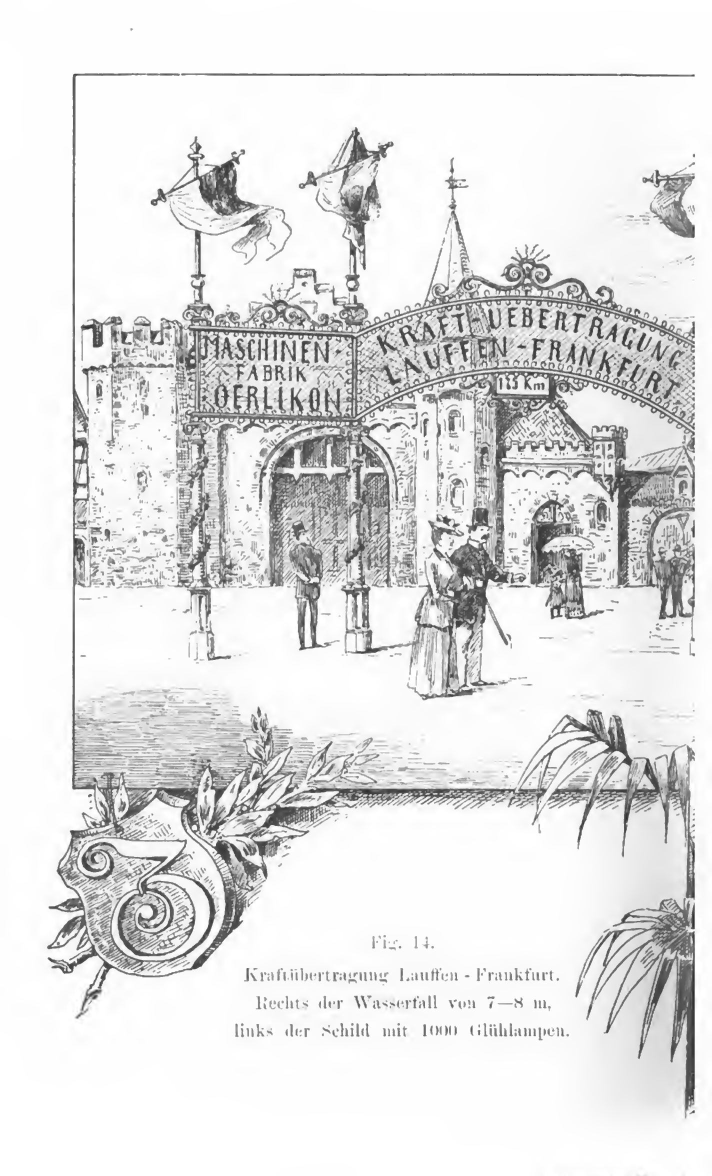
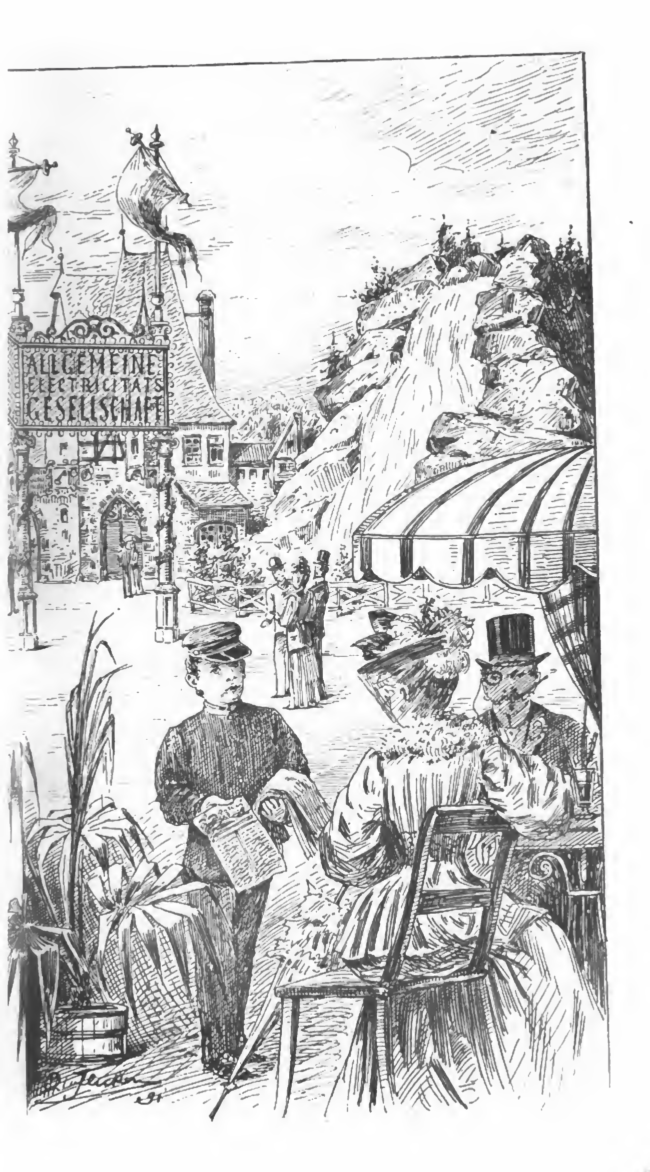


Fig. 14.
Kraftübertragung Lauffen - Frankfurt.
Rechts der Wasserfall von 7—8 m,
links der Schild mit 1000 Glühlampen.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

ich denn, dass, wenn man Morgens 7 Uhr in Frankfurt mit der Bahn abreist und ununterbrochen die Reise fortsetzt, man erst Nachmittags $^1/_2$ 4 Uhr in Lauffen ankommt. Diese respektable Strecke durchzuckt der Mehrphasenstrom in einem kleinen Bruchteil einer Sekunde, um in Frankfurt mit der Wucht von mehr als 100 Pferden aufzutreten. Dieser Gedanke ist es wohl, der die eigentümliche Haltung des Publikums in der Nähe der Uebertragungsstation in Frankfurt bedingt: lautlos, oder höchstens leise eine Bemerkung flüsternd, steht der Beschauer da, vor dem durch ein Gitter abgeschlossenen Transformatorraum, wie vor einem Heiligtum, besieht den 2 Meter hohen 3eckigen Transformator und liest staunend die bedeutungsvollen Angaben der am Transformator hängenden Aufschrifttafel: Lauffen - Frankfurt, 200,000 Watt, 175 km.

Was brummen sie so »unwirsch«, die Wechselstrommaschinen da drinnen in der grossen Halle? Warum haben sie es so eilig, diese schnellgehenden Dampfmaschinen»? Und diese gewaltig schnaubenden Dampfkessel, was veranlasst sie, tollen Schlangen gleich, zischend, Dampf aus den Ventilen zu pressen? Ja ja, man merkt es schon: dieser Eifer, diese Wut, sie sind der Ausdruck der Verzweiflung ob dem da draussen vor der Halle aufgetretenen vielversprechenden Konkurrenten: dem transformationsfähigen Mehrphasenstrom oder Drehstrom, der die Vorteile des bisherigen Gleichstromes und Wechselstromes auf sich vereinigt und also den Kampf zwischen Gleich- und Wechselstrom in dem Sinne zu lösen sucht, dass er beide aus dem Felde zu schlagen und ihnen Dampfkessel und Dampfmotoren wie alte Lumpen nachzuschleudern willens ist; überall soll die Kraft des Wassers, ob sie nahe oder meilenweit entfernt zu finden ist, durch Drehstrom übertragen, als Licht- und Kraftspenderin auftreten.

Digitized by Google

Nachdem ich schon oben die Station Frankfurt, resp. die in der Ausstellung zu Tage tretende Leistung des von Lauffen übergeleiteten Stromes angedeutet habe, muss ich den Leser bitten, mir noch einige Minuten nach der Station Lauffen zu folgen.

Lauffen liegt im Neckarthale, 2 Stationen oberhalb Heilbronn. Der Neckar hat dort einen S-förmigen Lauf. Auf der zweiten Landzunge liegte ein altes Schloss. Oberhalb desselben ist die Landzunge durchstochen worden, so dass das Schloss nunmehr auf einer Insel steht. Durch den Durchstich wird das Wasser des Neckar auf kürzerem Wege in den untersten Geradelauf geleitet. Ein Theil der so gewonnenen Wasserkraft von circa 1500 HP wird zum Betrieb einer Mühle in der Nähe des Schlosses verwendet; 1400 Pferdekräfte werden aber zu der neuen Tourbinenanlage der würtembergischen Cementwerke geleitet, wo drei Tourbinenkammern die Horizontaltourbinen von je 300 bis 600 HP enthalten. Eine 300pferdige Tourbine wird zum Betriebe einer grossen Drehstromdynamomaschine verwendet. (Fig. 15.) Die Maschine ist eine Erfindung *Brown's* in Baden (Aargau). Sie ist so interessant konstruirt, dass wir diese Konstruktion ohne Bedenken für die originellste und genialste Schöpfung auf dem Gebiete der Dynamomaschinen der Ausstellung erklären. Es betrifft dies in erster Linie die Bauart des rotirenden Erregermagnetes, der eine gewaltige eiserne Drahtspule vorstellt, auf welcher der Draht wie auf einer gewöhnlichen Spule aufgewickelt ist. Die beiden Spulenflanschen haben abwechselnd über die Drahtlagen eingebogene Polschuhe (Fig. 16), so dass auf die denkbar einfachste Weise ein vielpoliger Erreger-Elektromagnat hergestellt ist. Dieser wird durch eine kleine Gleichstromhülfsmaschine von 30 V. und 10 Amp. Leistung erregt.

Der Erregermagnet von circa $1\frac{1}{2}$ m. Dia. ist von

Digitized by Google

Digitized by Google

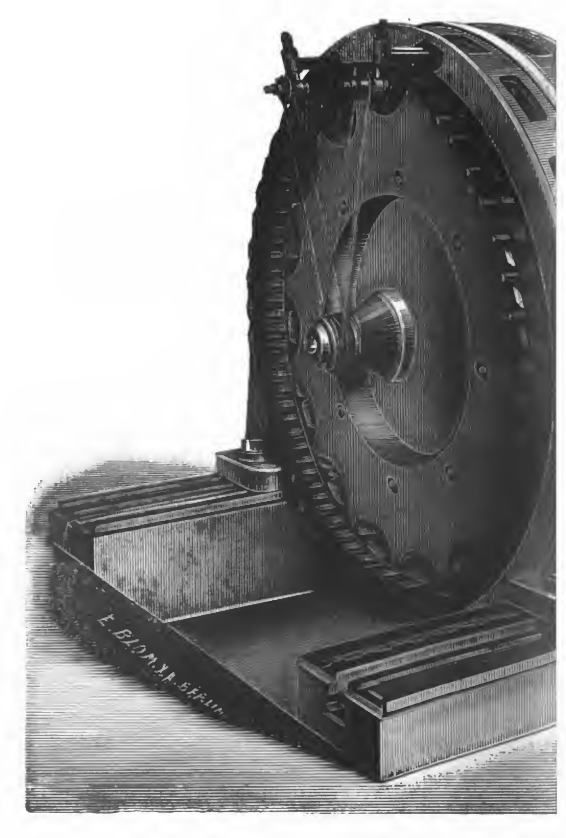
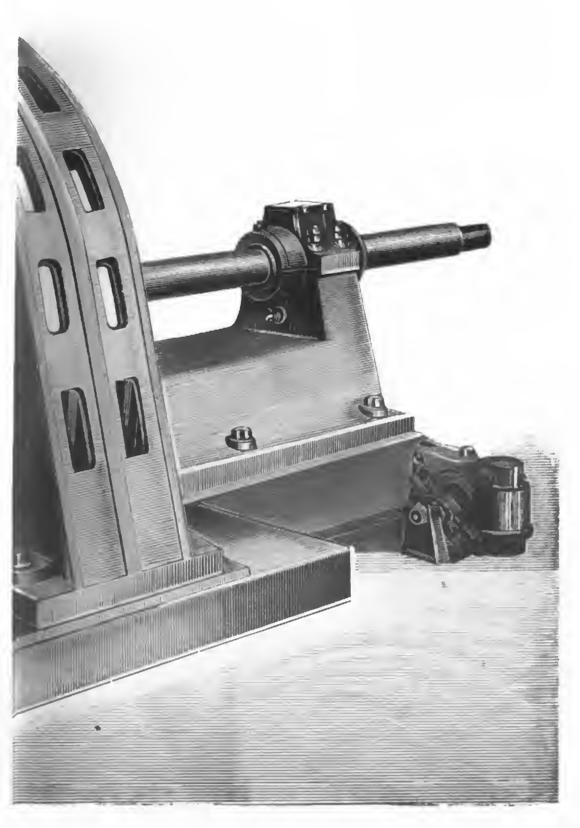


Fig. 15. Browns Drel

Digitized by Google



Istromdynamo in Lauffen.

Digitized by Google

Digitized by Google

einer feststehenden Armatur umgeben, deren Leitungsdrähte circa 30 mm dicke Kupferstäbe darstellen. Drei ebensolche Kupferstäbe führen den 3-Phasenstrom zum Schaltbrett, wo jeder Teilstrom 50—60 Volts und circa 500 Ampères an den Messapparaten kundgiebt. (Fig. 17.)

Eine approximative Berechnung des Nutzeffektes aus diesen Angaben der elektr. Messapparate zusammen mit den oben angeführten Leistungen in Frankfurt weist auf über 70 Prozent. Jedenfalls muss soviel gesagt werden:



Fig. 16.

Dieser grosse Uebertragungsversuch ist im Vergleich mit den vorgängigen Ausstellungsversuchen (Miesbach-München und Creil-Paris) ein ganz staunenerregender Fortschritt — ja, er wäre dies auch dann noch, wenn blos 30% Nutzeffekt erhalten würden. Die offiziellen Messergebnisse sind noch nicht publizirt. Was sie auch ergeben mögen, so bleibt das Resultat des Versuches ein ausserordentliches, und nur übertriebene Erwartungen, welche Entfernung, Erwärmung und Ausstrahlung als durch Zauberei beseitigt wähnten, mögen durch die Messresultate belehrt werden,

Digitized by Google

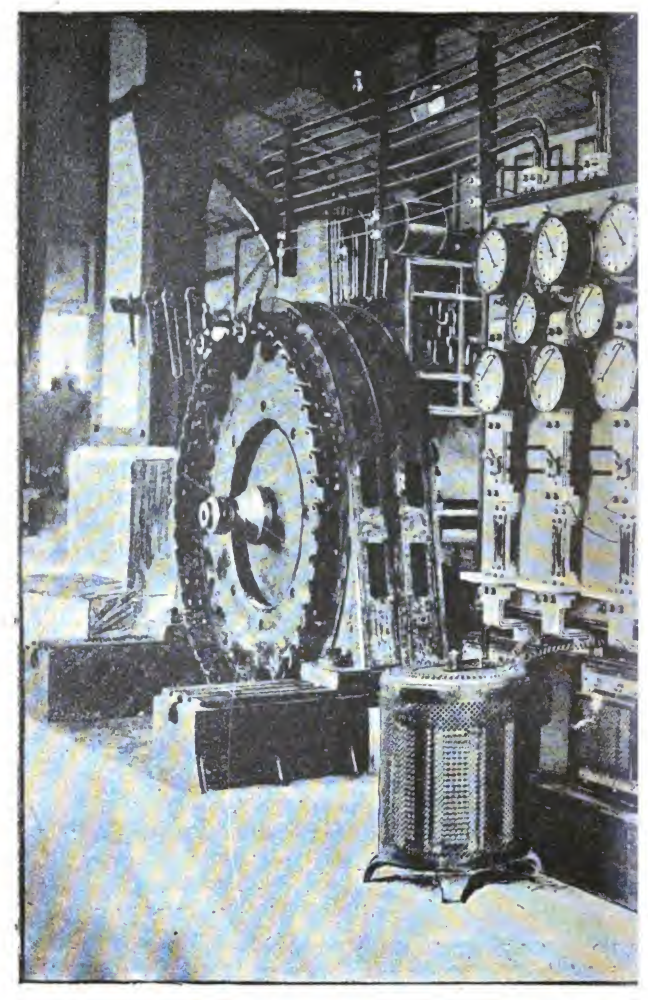
dass auch im Zeitalter der Elektrizität kein Rom an einem Tage erbaut wird.

Die Ueberleitung der drei Phasenströme erfolgt durch 3 Kupferleitungen von je 4 mm Durchmesser auf 3227 Stangen. Eine Flagge an der letzten Stange vor dem Transformatorenraum in Frankfurt verrät diese Zahl. Um bei allfälligem Ueberanstrengen der Anlage, Zerreissen einer Leitung, Kurzschluss etc. die Stromproduktion in Lauffen sofort automatisch abzuschliessen, sind in die 3 Leitungen bei Lauffen Sicherungen eingeschaltet, die einer besondern Erwähnung wert sind. Zwei Stangen stehen $2^1/_2$ m von einander entfernt. Zwischen denselben sind die 4 mm Drähte durch Kupferdrähtchen ersetzt, die nur 0,2 mm Durchmesser haben (2 $\times$ 0,15 mm Dia.), d. h. kaum die Dicke eines Pferdehaares aufweisen; durch diese 3 Fäden strömt die Energie, welche in Frankfurt über 1000 Glühlampen zum Leuchten und einen Wasserfall zu seinem Spiele antreibt. Diese staunenswerte Thatsache wird verständlich, wenn man den Umstand bedenkt, dass die überströmende Energieform die ausserordentliche Spannung von 20—25,000 Volts und dem entsprechend ausserordentlich geringe Stromstärke (circa 1 Ampère) besitzt. Die Möglichkeit, in der Praxis solche enorme Spannungen ohne Verzicht auf Betriebssicherheit anzuwenden, ist das unbestrittene Verdienst unseres genialen Technikers *Brown*.

Steigt aber die Stromstärke durch irgend einen Umstand nur wenig über das Normale an, so schmelzen die Haarsicherungen durch. Die Rückwirkung auf den Transformator und den in denselben fliessenden Primärstrom lässt einen Maximal-Minimal-Magnet zur Wirkung kommen, der den Erregerstrom unterbricht. Dasselbe geschieht auch bei allfälligem Brechen und Herabfallen einer Hochspannungsleitung unter Verwendung des Umstandes, dass

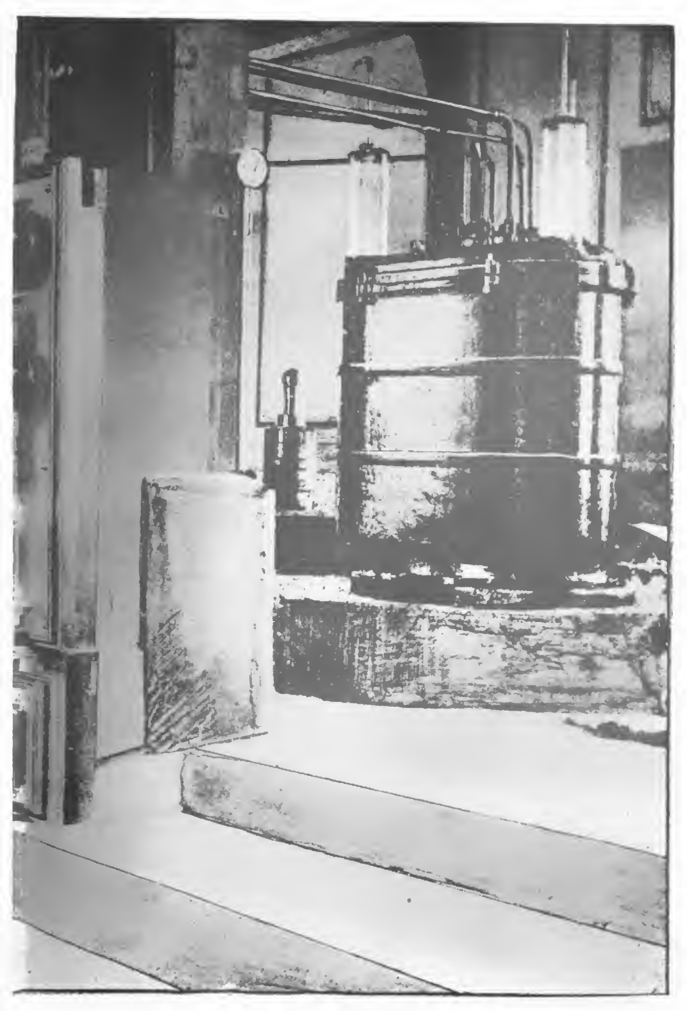
Digitized by Google

Fig. 17. Statio



Browns Drehstromdynamo. Messapparate.

Digitized by Google



Transformator.

Digitized by Google

die Centren der Primärdreiphasenmaschine und der Transformatoren an Erde gelegt sind. Das grossartige Experiment einer Kraftübertragung auf so grosse Entfernung und mit solch grossem Energiequantum ist das Werk vereinter Kräfte: Die Primärdynamos, ein in Lauffen und ein in Frankfurt arbeitender Transformator, sowie die Lichtanlage sind von der Fabrik in Oerlikon erstellt; die Telegraphenstangen (Wert circa 30,000 Fr.), sowie den Linienbau leistete die deutsche Reichspost- und Würtembergische Postverwaltung; die Kupferleitung wurde von dem Kupferwerk Hesse & Söhne, Hedernheim, mietweise geliefert; den grossen Drehstrom-Motor zum Pumpenbetrieb des Wasserfalls samt dem dazugehörigen Transformator hat die allgem. deutsche Elektrizitätsgesellschaft ausgestellt.

Das was dieser Drehstrommotor leistet, würde zwar auch ein gewöhnlicher Wechselstrommotor fertig gebracht haben, da hier keine Schwierigkeiten für das Anlaufen und auch keine unerwarteten Ueberbelastungen zu überwinden waren; dasselbe gilt auch von den Glühlampen. Es ist daher schwer einzusehen, warum man für diesen Riesenversuch den weit komplizirteren Drehstrom zur Anwendung gebracht hat, statt des einfachen Wechselstromes; ich kann nur annehmen, dass die allgemeine deutsche Elektrizitätsgesellschaft den Plan, *mehrere Motoren* zum Zwecke der Demonstration des *belasteten Anlaufens*, des *plötzlichen Ueberlastens* und der *variablen Betriebsgeschwindigkeit*, aus irgend einem Grunde, vielleicht aus Zeitmangel, nicht hat durchführen können.

Falls es gelingen würde, dem *Wechselstrom - Motor* die soeben aufgezählten Fähigkeiten, die den Gleichstrom- und den Drehstrom - Motoren ihrem Wesen nach zukommen müssen, ebenfalls zu verleihen, dann würde wohl der Einfachheit der ganzen Anlage wegen der Wechselstrom Herr der Situation werden, trotzdem momentan

Digitized by Google

der Drehstrom ausserordentliche Chancen zu haben scheint.

In den letzten Tagen der Ausstellung hat die Oerlikoner Fabrik einen 20 HP Drehstrom-Motor, eine Erfindung Brown's, zur Ausstellung gebracht. Dieser Motor ist ohne Kollektor, Bürsten, Schleifring etc., also bedeutend einfacher gebaut, als der der deutschen Gesellschaft, soll aber an Nutzeffekt einem guten Gleichstrommotore gleichkommen. Fig. 19 zeigt den rotirenden Magnet, Fig. 20 die Seitenansicht, Fig. 21 Vorderansicht und Schnitt,

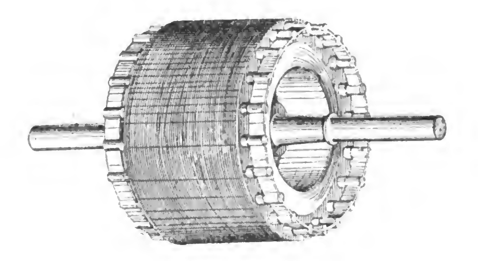


Fig. 19.

Fig. 22 das Schaltungsschema des Ankers dieses Motors. Ich habe die erste Arbeit, die dieser interessante Motor in Frankfurt leistete, gesehen und konnte mir ein stilles Bedauern nicht versagen, dass dieser Apparat nicht wenigstens einige Stunden den Pumpenbetrieb und andere Arbeiten hat leisten dürfen.

Die circa 10,000 Oel-Isolatoren haben die beiden Gesellschaften gemeinsam angeschafft. So hat vereinte Kraft ein Werk geschaffen, das unsere Bewunderung verdient und als das Bedeutsamste der Ausstellung bezeichnet werden muss.

Digitized by Google

Die Schweiz an der Ausstellung.

Wenn in Frankfurt auch etliche Schweizerfirmen »gesehen worden sind, die nicht da waren«, muss man doch zugeben, dass die Schweiz in hervorragender Weise bei der Ausstellung mitgewirkt hat. Ausgesprochenermassen

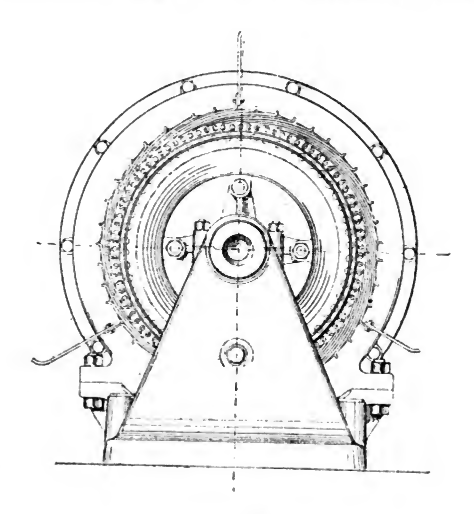


Fig. 20.

entfällt der Hauptanteil auf den strebsamen Kanton Zürich. Wenn man seine Rückreise von Frankfurt über Schaffhausen bewerkstelligt, fährt man in circa einer Stunde bei allen bedeutendern schweizer. Ausstellungsfirmen vorbei: *Aluminiumgesellschaft Neuhausen*; Gebr. *Sulzer*, Winterthur; Maschinenfabrik *Oerlikon*; *Escher-Wyss*, Zürich, und *Glühlampenfabrik Birmensdorf*. Ausser-

Digitized by Google

dem notiren wir die Kabelfabrik *Cortaillod*; Fabrik *Hipp* (Peyer-Favarger), Neuenburg; *Schweizer*, Basel; Elektr. Fabrik *Uster*; *Blanc & Cie.*, Marly, und *Brändli*, Basel.

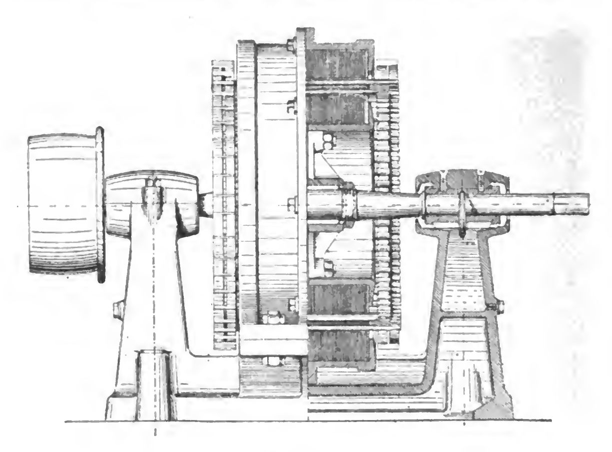


Fig. 21.

Schluss.

Die elektrotechnische Sturm- und Drangperiode neigt zu Ende; Telegraphie, Telephonie, Bogen- und Glühlicht unter Normalverhältnissen, tragen bereits das Gepräge eines relativen Abschlusses, d. h. technischer Vollkommenheit an sich. Wo keine ausserordentlichen Verhältnisse vorliegen, wird heute eine Beleuchtungsanlage nicht wesentlich anders, als vor 5 Jahren ausgeführt. Das Stadium des Suchens ist dem der allgemeinen praktischen Einführung gewichen: das Kind ist Mann geworden.

Das unruhige Schwanken und Suchen, das Anbahnen und Umgestalten hat sich auf die Gebiete der Elektro-

Digitized by Google

chemie und der praktischen *Verwendung der Elektrizität unter ausserordentlichen Verhältnissen*, wie Uebertragung auf grosse Entfernung etc., zurückgezogen: Die Transformation ist das heute noch in Gährung begriffene Gebiet, aber auch in diesem scheint der Zeitpunkt nahe, da der »ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht« gefunden sein wird.

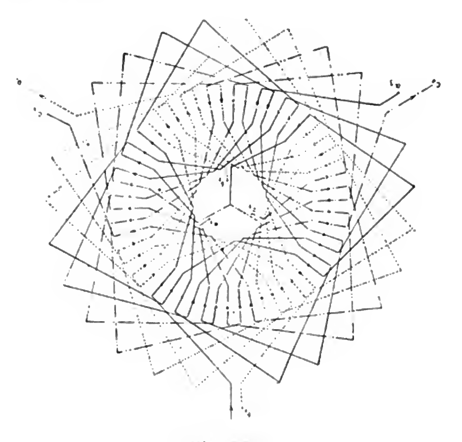


Fig. 22.

Die Periode der Ausbeutung der gewonnenen Resultate hat auf der ganzen Linie begonnen; wer dieselben unter normalen Verhältnissen sich zu Nutzen machen will, findet in dem heutigen Stand der Elektrotechnik keinen Verzögerungsgrund mehr — er wird je früher je lohnender sich des modernen Mitarbeiters versichern; nur wer mit ausserordentlichen Verhältnissen sich abfinden muss, wie z. B. mit Mangel an Wasserkraft auf *sehr weite* Entfernung, mag mit seinen Entschlüssen nicht eilen.

Digitized by Google



Die Zeit des veränderten Kurses unserer schweizer. Zollpolitik wird voraussichtlich ausländische Industrielle innert die Grenzen unseres Landes führen, gerade wie unsere Schweizerfirmen ihre Zweiggeschäfte in die uns umgebenden Schutzzollgebiete vorzuschieben gezwungen worden sind. Dieser Umstand mag für solche Orte, die für industrielle Entwicklung besorgt sein wollen, ein Sporn sein, sich rechtzeitig der Vorteile, die die Elektrizität den Industrien zu bieten vermag, zu bemächtigen.



TK6
F6W2 - 43499
Wüest

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Digitized by Google

